



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Industrial

AUTORA:

Br. Castillo Baca, Hellen Marilyn (ORCID: 0000-0001-7959-5630)

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto (ORCID: 0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva.

PIURA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada a la autora, puesto que pudo encontrar la fuerza, ánimo y capacidad de cumplir con el objetivo que pueda trazarse. A pesar de los obstáculos, camina aprende y enseña.

Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento a Dios por la oportunidad de vida y oportunidades en la vida, a la vez mencionar a quien en vida fue Dr. Chorres Huamán, un gran profesional que me encaminó en el campo de la investigación y a quien no pude agradecerle en su momento. A la vez agradecer a mi madre por la paciencia que tuvo con mis hijos para que pudiera continuar con mi carrera, a mi padre porque me felicito al final, a mis hijos Bill y Adriano que son un bello caos en mi vida pues crecemos y aprendemos juntos. Finalmente agradecer a quien se cruzó en mi camino para bien y para mal.

Página del jurado

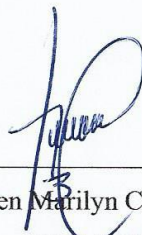
Declaratoria de Autenticidad

Yo Hellen Marilyn Castillo Baca, con DNI: 45038823, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Piura, 14 de diciembre del 2019.



Hellen Marilyn Castillo Baca
DNI: 45038823

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	11
2.1. Tipo y diseño de investigación	11
2.2. Operacionalización de variables	12
2.3. Población, muestra y muestreo	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	14
2.5. Procedimiento	14
2.6. Método de análisis de datos.....	15
2.7. Aspectos éticos	15
III. RESULTADOS	16
IV. DISCUSIÓN.....	21
V. CONCLUSIONES	22
VI. RECOMENDACIONES	23
REFERENCIAS	24
ANEXOS.....	29
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	29
Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos	30
Anexo 3: Validación de instrumentos.....	35
Anexo 4: Datos estadísticos	41
Anexo 5: Desarrollo de Ingeniería de Métodos	47
Anexo 6: Acta de Aprobación de Originalidad.....	69
Anexo 7: Pantallazo de Software Turnitin	70
Anexo 8: Autorización de publicación de tesis en repositorio.....	71
Anexo 9: Autorización de versión final de tesis	72

Índice de tablas

Tabla 1: Preguntas de inicio	4
Tabla 2: Preguntas a profundidad: Idear	5
Tabla 3: Operacionalización de variables	12

Índice de figuras

Figura 1: Etapas de la medición de trabajo	6
Figura 2: Escala de valoración británica	7
Figura 3: Suplementos de tiempo	8

RESUMEN

La investigación que se detalla en este estudio, sostuvo como objetivo general mejorar la productividad en el mantenimiento de extintores de polvo químico seco PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. por medio de la aplicación de ingeniería de métodos. Esta investigación es de tipo aplicada y de diseño experimental del tipo pre experimental, siendo su población y muestra fueron el total de extintores en mantenimiento en el periodo de 30 días en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L, se adquirió información de todos los mantenimientos realizados utilizando como técnica la observación a través de instrumentos previamente validados por tres expertos en la materia, siendo este instrumento medición de eficiencia, eficacia y productividad. Como resultado de esta aplicación se obtuvo información relevante que se debe tener en cuenta para decidir desarrollar una investigación aplicada y obtener resultados con la precisión que se estima sin embargo con certeza se pudo afirmar que la aplicación de ingeniería de métodos si produjo cambios significativos en el mantenimiento de extintores PQS.

Palabras claves: Ingeniería de métodos, Productividad, Eficiencia, Eficacia, Mantenimiento de extintores.

ABSTRACT

The research detailed in this study, maintained as a general objective to improve productivity in the maintenance of dry chemical dust extinguishers PQS in the workshop of the company Segind & Prev E.I.R.L. through the application of engineering methods. This research is of applied type and of experimental design of the pre-experimental type, being its population and sample were the total of extinguishers in maintenance in the period of 30 days in the workshop of the company Segind & Prev E.I.R.L, information was acquired from all maintenance carried out using observation as a technique through instruments previously validated by three experts in the field, this instrument being an efficiency measurement instrument, efficiency and productivity. As a result of this application, relevant information was obtained that must be taken into account in deciding to develop an applied investigation and obtain results with the accuracy estimated, however, it could be said with certainty that the application of method engineering if it resulted in significant changes in the maintenance of PQS extinguishers.

Keywords: Methods engineering, Productivity, Efficiency, Effectiveness, Maintenance of fire extinguishers.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación manifiesta como el control de la productividad, ocupa un rol primordial en los diversos procesos dentro de una organización pues con la cuantificación de esta, se aplican herramientas que permitan la mejora y la estabilidad de la organización. Pues se considera que en el ámbito nacional, actualmente las actividades profesionales, científicas y técnicas, son medidas en el sector denominado servicios prestados a empresas se observó que en los primeros tres meses del año 2019 se logró un crecimiento de 3.42%, un mayor ritmo que el 2.28% del producto bruto interno (PBI) Prialé (2019). Dentro de esta información se confirma el crecimiento dentro de las distintas actividades en el sector siendo una de ellas el servicio de recarga y mantenimiento de equipos contra fuego.

En el Perú los extintores portátiles contra fuego son una adquisición obligatoria que anticipa los incendio para evitar pérdidas materiales, así como pérdidas humanas. Existen normas técnicas como la NTP 833.026-1 2012 la misma que manifiesta acerca de los extintores portátiles, servicio de mantenimiento y recarga, dentro de ella menciona NTP 350.043 detalla que los servicios brindados comprenden la inspección, mantenimiento, recarga y prueba hidrostática, determinando que los extintores deben ser operados de forma profesional y especializada brindando la seguridad total.

La empresa Segind & Prev presta servicios profesionales de recarga y mantenimiento para equipos contra fuego teniendo una permanencia en el mercado de 5 años, siendo conocidos por la calidad en sus servicios, la habilidad de satisfacer al cliente y la asesoría técnica brindada, a esto lo respalda una gran e importante cartera de clientes quienes creen en la misión de esta organización pues son respaldados por un equipo de técnicos con más de 12 años de experiencia en el rubro.

Segind & Prev E.I.R.L. se localiza en el departamento de Lambayeque – Chiclayo, y se conforma por 7 trabajadores entre ellos 2 colaboradores administrativos, 2 colaboradores técnicos, 1 supervisor y 2 colaboradores ventas, todos ellos desarrollándose en una infraestructura adaptada al desarrollo de los servicios ofrecidos.

A partir del año 2017 la empresa registró información que señala como la línea de mantenimiento de extintores con polvo químico seco (PQS) tiene una reducción significativa en la atención de este servicio, pues actualmente es uno de los más demandados, representando un margen importante de ganancia para la organización. Por lo tanto, se tiene

en claro que existe oportunidad de crecimiento con este producto y oportunidad para que la empresa obtenga mayor participación en el mercado. Para el aprovechamiento de estas oportunidades la empresa necesita de planes de mejoras que refuerce y responda a las exigencias demandadas. Identificándose las causas que impiden la mejora de la productividad en el mantenimiento de extintores PQS entre ellas fueron: no cuentan con estándar de tiempos, no cuentan con método de trabajo, no cuentan con control en su procedimiento y falta capacitar al personal.

Por lo tanto, si la empresa persiste en ejecutar el mantenimiento de extintores PQS sin un método de trabajo apropiado, sin tiempo estándar establecido y sin procedimientos, perdería oportunidad de ampliación de cartera de clientes, demoras en la entregas de servicios, perderían el control en la planificación de la cantidad de extintores que podrían atender, al mismo tiempo afecta la imagen institucional, así como la satisfacción que espera el cliente como respuesta, dificultando finalmente la permanencia en el amplio mercado competitivo.

De esta manera, para mejorar la baja productividad se aplicó ingeniería de métodos puesto que permitió identificar y eliminar los elementos que no aportan valor al procedimiento de mantenimiento así como se estableció un tiempo estándar adecuado para ejecutar el mantenimiento por extintor PQS y a su vez se capacitó a los colaboradores pertenecientes al taller con la finalidad de integrar la mano de obra con la estrategia de mejora de modo que tengan la facilidad de ejecutar de la mejor manera las actividades que se establecen dentro del área.

Para defender el empleo de ingeniería de métodos como herramienta de mejora se investigó antecedentes previos relacionados con la variable independiente ingeniería de métodos y la variable dependiente mejora de la productividad

El tesista LOBATO (2017) propuso como objetivo general: Demostrar como la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en la línea de confección de pantalones de vestir para dama, TEXTILES EDUAR - Comas – 2017, desarrollando su investigación con diseño experimental del tipo cuasi experimental, utilizando como instrumentos formularios de estudio de tiempos. Por lo tanto, concluyó que el estudio inicial de la línea de confección de pantalones de vestir para dama de la empresa TEXTILES EDUAR, se obtuvo en la primera fase una eficacia de 72% al aplicar la ingeniería de métodos

se incrementó un 8% después de la mejora, obteniendo como eficacia actual un 80% en unidades producidas son de 130 a 152 , recomendando que: es importante que la empresa continúe con la aplicación de mejora debido a que se demostró y ayudó mucho a reducir tiempos, procesos, recorridos, e incrementar su producción por día, es por esa razón que deben seguir implementando y mejorando cada día para obtener mejores resultados.

La tesista MESA (2018) manifiesta en uno de sus objetivos específicos: Demostrar que la implementación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de tratamiento térmico en la empresa Aceros del Perú SAC Lima 2017. Desarrolló su investigación con un diseño experimental, de tipo pre experimental utilizando como instrumentos de recolección de datos el cronometro, el formulario de estudios y el tablero de observaciones; manifestando como conclusión: se demostró que la eficiencia Aceros del Perú S.A.C, mejoró considerablemente, gracias a la implementación de la herramienta Ingeniería de métodos se logró unos buenos resultado de tal manera que en la tabla n 28 se puede ver que la eficiencia incrementó en un 27.35%. Favoreciendo a si a la empresa, recomendando que: se desarrolle la aplicación de la metodología de las 5 s, los cuales ayudarán a mantener un mejor orden, limpieza, disciplina, selección y estandarización de cada uno de los procesos los cuales ayudaran a tener una buena productividad manteniendo una eficiencia y eficacia adecuada dentro de la empresa.

También el tesista CIUDAD (2018) manifestó en su objetivo específico: Determinar de qué manera aplicación del Estudio del Trabajo incrementa la eficacia en el proceso de enchape en la empresa PELLY S.A.C, VMT 2018. Siendo su diseño de investigación experimental del tipo cuasi experimental, utilizando instrumentos como hojas de registro de estudio de tiempos, reporte del estudio de método y reporte del tiempo estándar. Concluyó que: demuestra que se acepta la hipótesis de la investigación o alterna, la aplicación del Estudio del Trabajo incrementa significativamente la eficacia en el proceso de enchape en la empresa PELLY S.A.C, VMT, 2018 y se rechaza la hipótesis nula, se confirma el grado de significancia es < 0.05 , (sig. eficacia = 0,02). Asimismo, el incremento de la eficacia es 23.91%. Recomendando que el Gerente de Operaciones, trabaje sobre planes de trabajos, políticas, fomentar con motivaciones al personal para lograr aumentar la eficacia y la gerencia felicite a los trabajadores por la colaboración en la ejecución de mejoras.

Las teorías citadas en el presente trabajo de investigación argumentan la relación entre las variables a continuación tales como:

En la variable independiente hace referencia a la ingeniería de métodos que según SANNE (2018) menciona que “el uso de ingeniería de métodos sirve para mejorar los procesos y tiene un impacto positivo en el rendimiento y la productividad”. La ingeniería de métodos determina sistemáticamente los procedimientos en las operaciones, con la finalidad de optimizar y mejorar los procesos. OCAMPO et al. (2017)

Pues queda claro que la ingeniería de métodos es un sistema que trabaja conjuntamente con el estudio de métodos y medición de tiempos, pues se encarga de proporcionar el desarrollo correcto de una tarea dentro de un proceso, siendo una herramienta de ingeniería eficaz que aporta al buen funcionamiento en cualquier tipo de negocio.

Para aplicar ingeniería de métodos, inicialmente tiene el estudio de métodos, el cual requiere ejecutar el siguiente procedimiento:

Se debe seleccionar: El trabajo que se estudiará, tanto el análisis de proceso como el análisis de operación, tomando en cuenta todos los aspectos que intervienen dentro de ellas.

Se debe registrar: La información del método actual, tanto el análisis de proceso como el análisis de operación, utilizando herramientas como diagramas, según el contexto del proceso a evaluar.

Se debe examinar: Critica lo registrado, tanto el análisis de proceso como el análisis de operación, mediante la técnica de interrogatorio preliminar, del cual se realiza las siguientes preguntas:

Tabla 1: Preguntas de inicio

Según	Objeto	Preguntas preliminares: Examinar
El propósito de la actividad	Eliminar partes innecesarias del trabajo	¿Qué se hace? ¿Por qué se hace?
El lugar donde se ejecuta	Combinar o reordenar la secuencia o el orden operacional	¿Dónde lo hace? ¿Por qué lo hace en ese lugar?
La sucesión o el orden que ocupa dentro de la secuencia		¿Cuándo se hace? ¿Por qué se hace en ese momento?
La persona que la realiza		¿Quién lo hace? ¿Por qué lo hace esa persona?
Los medios utilizados		Simplificar el trabajo

Fuente: Elaboración propia

Se debe idear: Método propuesto, tanto el análisis de proceso como el análisis de operación, tomándose en cuenta la economía de movimientos mediante un interrogatorio de elevado nivel de profundidad en relación a las respuestas conseguidas de las preguntas de inicio en la etapa examinar.

Tabla 2: Preguntas a profundidad: Idear

Según	Objeto	Preguntas preliminares: Examinar
El propósito de la actividad	Eliminar partes innecesarias del trabajo	¿Qué podría hacerse?
		¿Qué debería hacerse?
El lugar donde se ejecuta	Combinar o reordenar la secuencia o el orden operacional	¿Dónde podría hacerse?
		¿Dónde debería hacerse?
La sucesión o el orden que ocupa dentro de la secuencia		¿Cuándo podría hacerse?
		¿Cuándo debería hacerse?
La persona que la realiza		¿Quién podría hacerlo?
		¿Quién debería hacerlo?
Los medios utilizados	Simplificar el trabajo	¿Cómo podría hacerse?
		¿Cómo debería hacerse?

Fuente: Elaboración propia

Se debe definir: El método propuesto, tanto el análisis de proceso como el análisis de operación mediante diagramas según el contexto del proceso evaluado.

Luego se debe implantar: Nuevo método, tanto el análisis de proceso como el análisis de operación a través de la mano de obra directa y también de las relaciones humanas.

Posteriormente se debe mantener: El nuevo método, tanto el análisis de proceso como el análisis de operación, mediante controles e inspecciones de manera periódica.

Por último, después de ejecutar cada fase, se procede a la medición de tiempos puesto que evaluará detalladamente el tiempo necesario que utiliza una tarea, proporcionando a la vez información acerca del desempeño del operario y los ajustes necesarios para el mejor provecho de la mano de obra.

Para ampliar las teorías dentro de esta variable independiente se detalla la dimensión estudio de movimientos donde GAINTY (2016) enfatiza que “Gilbreth consideraba que el movimiento era el elemento esencial y rector que definía la eficiencia del trabajo”. Mientras que NUNES, et al. (2019) menciona que el estudio de movimientos propicia un clima organizacional beneficioso al plantear inversiones en desarrollo para los colaboradores, mientras que dichos desarrollos repercuten en ganancias para la organización.

Por lo tanto su indicador simplificación de trabajo según GUARACA (2015) lo manifiesta que es como sucederá si se ejecutan planes por parte de directivos de una organización para la reducción de los inconvenientes que impidan el registro de la productividad, estos inconvenientes podrían ser originados por la misma organización o por sus operarios, en ocasiones estos salen de control por parte de los directivos de una organización por originarse en el exterior.

Es eliminar movimientos que no agregan valor a un proceso, para realizar una labor determinada. Su finalidad es aprovechar la disposición del recurso humano, reduciendo el esfuerzo requerido y a la vez optimiza los recursos disponibles. Su formulación se detalla:

$$\text{Simplificación de trabajo (ST)} = \text{Movimientos correctos} - \text{movimientos incorrectos}$$

Para el caso de la dimensión medición de trabajo, en cuanto DE CARVALHO, et al.(2019) hace referencia a Slack, Chambers y Johnston, “el estudio de tiempos o medición de trabajo aplica técnicas establecidas que determinan el tiempo imprescindible que utiliza un trabajador apto y seleccionado, para realizar una tarea en un nivel determinado denominándose tiempo estándar”. “Para un estudio de tiempos, la operación se debe dividir en elementos, documentándose en las instrucciones o procedimientos de trabajo, utilizándose técnicas para registro como sincronización continua o vuelta a cero”. ROMMELSPACHER (2015).



Figura 1: Etapas de la medición de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Dentro de esta dimensión medición de trabajo se halla el indicador tiempo normal, siendo “el tiempo necesario que toma una operación a realizarse en una labor habitual”. NEIRA (2006). También GUSMON (2019) menciona Tiempo normal o tiempo de reloj (TR) que un operante conocedor del trabajo, capacitado lo desarrolla de una forma equilibrada o

por decirlo de forma normal, el cual emplearía una mejora en una tarea o actividad para el objeto de estudio. Su cálculo se determina al multiplicar TR (tiempo reloj) por FR (Factor ritmo, es el operante conocedor), por ser autónomo debe ser consecuente respecto al ritmo de labor. ARGOTE (2015)

No es más que el tiempo utilizado por un individuo sin intervención de razones tanto externos como internos. La fórmula para hallar el tiempo normal sería:

$$Tn = \text{Tiempo observado} * \text{valor atribuido}$$

El valor atribuido o valoración ritmo tipo, es la calificación que se asigna al operador y al lugar de trabajo. Para esta investigación se tomó como referencia las valoraciones de la escala británica a continuación:

Escala				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable (Km/h)
60-80	75-100	100-133	0-140% Norma británica		
0	0	0	0	Actividad nula	0
40	50	67	50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
80	100	133	100 Ritmo tipo	Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado medio.	8
120	150	200	140	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de “virtuoso”, sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

Figura 2: Escala de valoración británica
Fuente: FLORENCIO (2016)

También dentro de esta dimensión se encuentra el indicador estándar de tiempo según SOOKDEO (2016) define que “es la cantidad de tiempo el cual utiliza un trabajador capacitado para concluir una tarea”. “Cada operador utiliza un tiempo promedio para ejecutar una tarea, sin embargo, al calcular el tiempo estándar y comparándolo con el tiempo promedio de la empresa, se puede determinar que algunos trabajadores son lentos y otros más rápidos” FARIA et al. (2018).

Es el tiempo que requiere una operación para realizar un servicio o producto. Para determinar un estándar de tiempo es necesario evaluar a una persona capacitada y calificada puesto que a partir de este se manifestará una mejora en costos. La regla para hallar el tiempo estándar sería:

$$Te = Tn * (1 + \text{suplementos})$$

Para la determinar los valores correspondientes a los suplementos se tomó como referencia la siguiente tabla.

Suplementos	Valores
Fatiga básica	4%
Necesidades personales	5%
Contingencias	4%
Políticas de la empresa	1%
Suplementos especiales	0%

Figura 3: Suplementos de tiempo
Fuente: Elaboración propia

Respecto a la variable dependiente, se halla la productividad HU (2017) define como “concepto económico que valora los resultados en relación con los recursos de entrada”. También SUAREZ (2017) menciona que se entiende como la relación entre la proporción de recursos de salida con las de ingreso que se emplearon para un producto o servicio. Menciona HOFMAN, et al. (2017) Las características de la producción dependen del volumen, así como de los factores y características de producción seleccionados y el resultado de estos. Por lo tanto, los distintivos en la productividad se deben a múltiples factores, así como el tipo de producción, los factores de calidad (de capital y mano de obra), los procesos de innovación del producto, la capacidad de adaptarse al ambiente, las innovaciones surgidas en el proceso, la estructura organizacional, etc.

Es la conexión entre un número de productos obtenidos de un proceso y los recursos invertidos en dicho proceso. También es el indicador de la rentabilidad de una empresa puesto que si existe un ahorro en los recursos utilizados se manifestará tanto en el proceso como en la utilidad. Su fórmula se detalla de la siguiente manera:

$$Productividad = Eficacia * eficiencia$$

Pues dentro de esta variable se identifica la dimensión recurso utilizados que sería los elementos involucrados en un proceso, pues dentro de esta dimensión se encuentra el indicador eficiencia, que según MYKHAILO (2018) “la relación del efecto a los costos o recursos que se han gastado en su logro”. También explica TIRADO, et. al. (2015) que “eficiencia tiene como principal objetivo emplear los mínimos recursos para realizar una mayor entrega de productos o servicios”.

Es emplear los medios disponibles de la forma más apropiada respecto al alcanzase de objetivos en el menor tiempo posible y optimizando los medios. Su fórmula sería:

$$\textbf{Eficiencia} = \frac{\textit{Recurso utilizado}}{\textit{Recurso programado}}$$

Finalmente en la dimensión cumplimiento de objetivos que no es más que el seguimiento de los objetivos trazados se halla el indicador eficacia, que según ROJAS (2018) no es más que el énfasis en los resultados y en la ejecución de las funciones correctas para el alcance de los objetivos. También es la satisfacción de todas las partes involucradas. CAMERON (2015)

Es aquel que tiene el poder de lograr los objetivos deseados mediante el planteamiento de un propósito previo y la continuidad de estos objetivos. Por lo tanto, hace tal cual se determina. Su fórmula sería:

$$\textbf{Eficacia} = \frac{\textit{Resultados obtenidos}}{\textit{Resultados programados}}$$

Durante la investigación se formuló como pregunta general: ¿En cuánto mejora la productividad en el mantenimiento de extintores PQS aplicando ingeniería de métodos en el taller la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019? También se formularon preguntas específicas como: ¿Cuál es la eficacia promedio en el mantenimiento de extintores PQS después de la aplicación de la ingeniería de métodos en la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019? Y como última pregunta específica: ¿Cuál es la eficiencia promedio en el mantenimiento de extintores PQS después de la aplicación de la ingeniería de métodos en la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019?

Para continuar y dar respuesta a esta investigación, se planteó una justificación en la cual se manifiesta que en la actualidad el servicio de recarga y mantenimiento de extintores que ofrece Segind & Prev E.I.R.L. precisa de planificación operante, resultando de esto

tiempos muertos y prisas que priva de efectividad a la calidad absoluta del servicio, el mismo que es prestado por esta entidad.

La repercusión de aplicar ingeniería de métodos es que ésta contribuye a la determinación de estándares en los tiempos operativos durante el desarrollo de las actividades, ofreciendo seguridad y calidad frente a un mercado competidor puesto que la organización se encuentra en etapa de crecimiento, pues necesita ser efectiva, fiable y just and time. Por lo tanto, esta investigación hizo posible la planificación de trabajo, la exclusión de tiempos improductivos, así como el incremento de la productividad y el alcance de los objetivos trazados por la empresa y la rentabilidad de la misma.

Por lo tanto, dentro de esta investigación se planteó como hipótesis general que: La productividad después diferirá significativamente de la productividad antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019. Para el caso las hipótesis específicas se formuló: La eficiencia promedio después diferirá significativamente de la eficiencia promedio antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019. Finalmente se formuló como otra hipótesis específica: La eficacia promedio después diferirá significativamente de la eficiencia promedio antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019.

De acuerdo al esquema de estudio se procedió a la formulación del objetivo general siendo: Mejorar la productividad en el mantenimiento de extintores PQS aplicando ingeniería de métodos en el taller la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019. Desplazándose de este los objetivos específicos tales como: Determinar las causas que impiden la mejora de la productividad en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019., Determinar en cuanto aumenta la eficacia promedio en el mantenimiento de extintores PQS después de aplicar ingeniería de métodos en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L Chiclayo 2019. También se formuló: Determinar en cuanto aumenta la eficiencia promedio en el mantenimiento de extintores PQS después de aplicar ingeniería de métodos en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L Chiclayo 2019, por último: Determinar el costo beneficio de la aplicación de ingeniería de métodos en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Por su propósito es de tipo aplicada menciona a LOZADA (2014) busca generar conocimiento con aplicación directa, mientras que ZAPATA (2016) está orientada a resolver un problema concreto o responder preguntas de un contexto determinado.

Pues la variable independiente (ingeniería de métodos) será utilizada con la intención de hacer mejoras en la variable dependiente (productividad).

Su diseño experimental, según ZURITA, et al. (2018) la variable de desenlace central debe ser medida antes y después de atribuir una inferencia en los dos grupos. Para el caso que, al culminar el estudio, los resultados favorecen al grupo experimental, se tendrá en cuenta que la intervención es eficaz o efectiva. A la vez es de tipo preexperimental pues según ULCO (2015), una investigación Pre experimental, trabaja con un solo grupo (G) al cual se otorga una preprueba y post prueba para identificar el efecto de la variable dependiente. Para investigaciones experimentales PEINADO (2015) especifica que: no existe un grupo de control. Pues en su planificación se incluye y reconoce la declaración del problema FAROOQA, et al. (2016) . Siendo su esquema:

G: Grupo pre experimental

O₁: Información antes del estímulo

X: Estímulo

O₂: Información después del estímulo

$$G = O_1 \text{ X } O_2$$

Por su enfoque es cuantitativo HAVIZ (2018) “El propósito general de la investigación cuantitativa es recopilar y analizar los datos para conjeturar, acreditar u observar las manifestaciones de interés, así como explicar las características y condiciones presentadas; profundizar en sus asociaciones para estudiar las causas y efectos. Por lo tanto, esta investigación se recopiló datos que fueron evaluados previos a la aplicación de ingeniería de métodos y el efecto de su implementación, conociendo a la vez el impacto del estudio y utilizarlos como referenciales.

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 3: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Definición operacional	Indicador	Escala
(V.I) Ingeniería de métodos	REYES, et al. (2016) Proporciona a la gestión de operaciones, herramientas necesarias que ayudan a la reducción de costos innecesarios y al balanceo de líneas en una manufactura. Se basa en registrar y examinar de manera crítica los métodos de trabajo existentes. (ULCO Arias 2015)	Estudio de movimientos	Cursograma analítico ST= M. Co – M. Inco ST: Simplificación de trabajo. M.co: Movimientos correctos M.inco: Movimientos incorrectos	Simplificación de trabajo	Razón
		Medición del trabajo	Te= Tn *(1+ Suplementos) Te: Tiempo estándar Tn: Tiempo normal S: suplementos	Tiempo estándar (TE)	Razón
				Tiempo normal (TN)	Razón
		Recursos utilizados	$E = \frac{T.A}{T.P}$ E: Eficiencia T.A: Tiempo alcanzado T.P: Tiempo programado	Eficiencia	Razón
(V.D) Productividad	NEMUR (2016) Se define como la habilidad de establecer, generar y modificar bienes o servicios, siendo una proporción aproximando de la eficiencia de la producción y se relaciona con las entradas y salidas obteniéndose una estimación global en un proceso productivo. Es la relación entre los medios empleados y lo producido RAE (2019)	Cumplimiento de objetivos	$E = \frac{R.O}{R.P}$ E: Eficacia R.O: Resultado obtenido R.P.: Resultado programado	Eficacia	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

Una población según ARIAS, et. al. (2016) no es más que un grupo de sucesos que conforman concernientemente a la selección de una muestra, mediante el cumplimiento de requisitos predeterminados. También Una población “precisamente es un grupo el cual un investigador se encuentra atraído en dar respuesta a una pregunta”. PRIVITIERA (2018)

Entonces la población en estudio se conformó por el total de extintores en mantenimiento en el periodo de 30 días en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L

En cuanto a la muestra, es la sección pequeña elegida de la población basado con algunos criterios, que representa la población. BADI (2017). “En cuestión estadística, una muestra se precisa como un subconjunto de una población”. DATEY (2015).

Sin embargo, para esta investigación la muestra es idéntica a la población, conformándose a través del el total de extintores en mantenimiento en el periodo de 30 días en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L

Mientras que muestreo según OTZEN (2017) “su objetivo es examinar el vínculo entre la población "z" y la distribución de una variable "y" en la muestra a estudio”. Por último, es una herramienta esencial que permitirá conocer el comportamiento de una población infinita, partiendo de un subconjunto del cual se obtendrá mayor certeza en los resultados. según LILIA (2015)

Por lo tanto, siendo la población finita e igual a la muestra (Total de extintores en mantenimiento en el periodo de 30 días = Total de extintores en mantenimiento en el periodo de 30 días) no se aplicará muestreo en la presente investigación.

En cuanto al criterio de selección según la muestra en la presente investigación son los extintores pqs en mantenimiento mientras que para el criterio de exclusión considerado son los extintores en mantenimiento que necesitan cambio de químico, cambio de pintura, extintores corroídos, así como extintores en mantenimiento CO₂, extintores en mantenimiento de espuma, extintores en mantenimiento H₂O y finalmente los extintores considerados para mantenimiento con prueba hidrostática.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Las técnicas empleadas en esta investigación para determinar la eficacia y la eficiencia promedio, se empleó la observación, mediante instrumentos en los cuales se recolectó datos, estos fueron denominados formato de medición de eficiencia, eficacia y productividad elaborado por fuente propia, en el cual los datos fueron recolectados antes y después del estímulo, durante el mantenimiento de extintores PQS. Ver anexo N°2

En cuanto a la validez según SUTTON (2015) “Hay singulares formas de elaborar un registro de lo que se hace y dice a lo largo de una entrevista o grupo de enfoque; estas consiguen proporcionar un medio importante para la interpretación de datos, ayudando a tener en cuenta al investigador los factores situacionales que logran ser importantes a través del análisis de los datos y son significativos para el estudio”. En tanto HEALE (2015) Expone que validez: “la medida en que un concepto es medurado con precisión un estudio cuantitativo”.

La validación de los instrumentos fue revisada por profesionales y expertos que aseguraron el buen diseño de estos, demostrándose en el anexo N°3.

La confiabilidad según CADENA, et al. (2017) Se refiere al nivel en cual su reiterada utilización al mismo objeto o individuo se obtendrá iguales resultados. Por lo tanto, siendo los instrumentos de tipo técnico no necesita determinar la confiabilidad.

2.5. Procedimiento

Para el desarrollo del objetivo específico uno, se evaluó mediante el diagrama Ishikawa las causas y sub causas que dificultan el aumento de la productividad en el taller de mantenimiento de extintores PQS. Luego se aplicó una breve encuesta Véase *Figura N°6 en el anexo N°5* a 3 de los colaboradores que más intervienen en el procedimiento a estudio, analizándose la información mediante una tabla de frecuencia, demostrándose que la herramienta de solución, se debe enforzar en las causas frecuentes siendo la estandarización de tiempos, establecer método de trabajo determinar procedimiento todas ellas representan el 80% según teoría de Pareto

Para el caso del objetivo específico dos y tres, se recolectaron los datos previos al estímulo con el instrumento formato de medición de eficacia y eficiencia con la finalidad de usar el resultado y compararlo con los posts datos recolectados, pues con el nuevo método de trabajo

y el tiempo estándar establecido se pudo evaluar la variación de los casos e interpretar su análisis.

Para el caso del objetivo específico cuatro, se evaluó económicamente los costos y beneficios a través de cotizaciones de proveedores locales dentro del departamento de Chiclayo para estimar la inversión que se desembolsará al implementar ingeniería de método.

2.6.Método de análisis de datos

(Chambers 2017) “Permite al analista explorar datos a fondo, con la finalidad de encontrar patrones y conexiones, confirmar los métodos que se pueden utilizar en mejorar los análisis estadísticos numéricos clásicos”.

Para conocer a profundidad los valores del indicador eficacia, eficiencia y productividad antes y después del estímulo, se realizó un análisis descriptivo, demostrando la diferencia de la μ en los casos posteriormente se realizó un análisis inferencial mediante el estadígrafo Shapiro Wilk, pues los datos de análisis son <30 y finalmente permitió contrastar las hipótesis y determinar la relación de las variables del estudio.

2.7.Aspectos éticos

MOSCOSO (2018) Es un criterio esencial en el instante de inicio y desarrollo de cualquier estudio de investigación, está vigente el enfoque hasta su conclusión.

Para el desarrollo de esta investigación se informó y explicó a los colaboradores que fueron evaluados para este estudio, los objetivos que se requiere alcanzar durante la duración del estudio del cual tuvieron la disposición de captar y ejecutar las indicaciones que se necesitó para aplicar la herramienta de mejora. Durante la investigación se mantiene el respeto a la no difusión de los datos personales de los participantes manteniendo su anonimato. También se les manifestó los resultados obtenidos y los beneficios que se obtienen conforme se adquiera una mejora dentro de sus actividades ejecutadas.

Como punto importante, se manifestó que durante el estudio no habrá algún tipo de exclusión en cuanto a la recepción de sugerencias, opiniones o creencias puesto que se solicitó la debida autorización para el desplazamiento de libre dentro de las áreas respetando las y las políticas de convivencia y políticas de la organización.

III. RESULTADOS

Para obtener los resultados del objetivo general y objetivos específicos fue esencial proceder al desarrollo de la variable independiente, tratándose de la herramienta ingeniería de métodos, la cual comprende la ejecución de las dimensiones estudio de métodos y medición de trabajo.

En el caso de la variable dependiente Productividad se cuantificó la dimensión recursos utilizados y la dimensión cumplimiento de objetivos, lográndose comparar la productividad previo y post aplicación de estímulo. Estos valores se calcularon mediante la siguiente fórmula: $Productividad = \frac{Eficacia}{Eficiencia}$ cuyos resultados se demuestran en el *anexo N°4, Figura 1*, donde la productividad antes del estímulo se encuentra con un valor de 93%, y los datos pertenecientes al post estímulo la productividad descendió un 6% mostrando un valor final de 87%. Para visualizar el procedimiento ejecutado, véase *anexo N°5*.

Para el caso del objetivo específico uno, se registró en un diagrama Ishikawa las causas y subcausas como: no cuentan con estándar de tiempos, no cuentan con método de trabajo, no cuentan con control en su procedimiento, falta capacitar al personal, desorden en el lugar de trabajo, espacio de trabajo reducido, no hay planificación de materiales, demora en la entrega de los proveedores, falta de mantenimiento a maquinaria y presencia de polución de químico.

ver *anexo N°5, Figura 5*. A la vez esta información se organizó y analizó su frecuencia mediante una breve encuesta dirigida al supervisor y los dos técnicos que laboran en el taller. Ver *anexo N°5, Figura 6*, y según se detalla los valores en la tabla de frecuencia, ver *anexo N°5, Tabla 11*, el diagrama Pareto, se demostró que causas que representan el 80% son: no cuenta con control en su procedimiento, no cuenta con método de trabajo, no cuentan con diagrama de operaciones de proceso, falta de capacitación y no cuenta con estándar de tiempos, conforme pues la herramienta de solución, ingeniería de métodos se encargó de suprimir estas causas que impiden la mejora de la productividad en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev.

Para el caso de los valores de la eficiencia promedio previos y posterior a la aplicación de ingeniería de métodos, se calculó sus valores, mediante la siguiente fórmula: $Eficiencia = \frac{Total\ tiempo\ utilizado}{Total\ tiempo\ programado}$ cuyos resultados se demuestran en el *anexo N°4, Figura 2*, donde la eficiencia promedio antes del estímulo se encuentra con un valor de 131%, demostrándose

a la vez que los datos pertenecientes al post estímulo, la eficiencia promedio se redujo a 92%.

En cuanto a los valores de la eficacia promedio previos y posterior a la aplicación de ingeniería de métodos, se calculó sus valores, mediante la siguiente formula: $Eficacia = \frac{Total\ extintores\ atendidos}{Total\ de\ extintores\ programados}$ cuyos resultados se demuestran en el *anexo N°4, Figura 3*, en que la eficacia promedio antes del estímulo se encuentra con un valor de 71%, a la vez que los datos pertenecientes al post estímulo, la eficacia promedio aumento a 93%.

Consecuentemente se realizó un análisis inferencial para constatar las pruebas de hipótesis, utilizando el software IBM SPSS mediante estadígrafos que demuestren el impacto del estímulo frente a la variable dependiente.

Para el caso de la hipótesis general: La productividad después diferirá significativamente de la productividad antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019. fue fundamental determinar la normalidad de los datos utilizándose el estadígrafo Shapiro Wilk, teniendo en cuenta la regla de decisión:

Si $\rho\text{ valor} \leq 0.05$, los datos no tienen una distribución normal; Si $\rho\text{ valor} > 0.05$, los datos tienen una distribución normal.

En el *anexo N°4, Tabla 1*, en él se manifiesta que los datos pertenecientes al pre estímulo tuvieron una sigma de (0,002) y los datos de post estímulo tuvieron una sigma de (0,001). Por lo tanto, quedó demostrado que ambos datos no tienen una distribución normal. Consecuentemente se procedió a efectuar el análisis de la media mediante el estadígrafo Wilcoxon. Para la confrontación de hipótesis general:

H_0 : La productividad después es igual a la productividad antes.

H_1 : La productividad después difiere de la productividad antes.

Por lo tanto, la regla de T-Wilcoxon determina lo siguiente:

$$H_0: \mu_{Ppre} = \mu_{Ppost}; H_a: \mu_{Ppre} \neq \mu_{Ppost}$$

En el *anexo N°4, Tabla 2*, se percibió que la media de la productividad pre estímulo fue de (0,9263), pues es un valor mayor a la productividad después que fue de (0,8732), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 : La productividad es igual a la productividad después, y se acepta la hipótesis alterna H_a : La productividad después es diferente a la productividad

antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos. Para afirmar lo evaluado se procedió al análisis de la significancia de los datos pre estímulo y post estímulo mediante la prueba de T-Wilcoxon, tomándose en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.; Si $p \text{ valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

En *el anexo N°4, Tabla 3*, se percibe que la significancia de la productividad, según la prueba de T-Wilcoxon antes y después tiene una sigma de (0,002) y según la regla de decisión se rechazó la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna siendo, la productividad después difiere significativamente de la productividad antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019.

Para el caso de la hipótesis específica uno: La eficiencia promedio después diferirá significativamente de la eficiencia promedio antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019. Fue necesario determinar la normalidad de los datos utilizándose el estadígrafo Shapiro Wilk, teniendo en cuenta la regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, los datos tienen no una distribución normal.

Si $p \text{ valor} > 0.05$, los datos tienen una distribución normal.

En *el anexo N°4, Tabla 4*, se manifiesta que los datos pertenecientes al pre estímulo tuvieron una sigma de (0,004) y los datos de post estímulo tuvieron una sigma de (0,001). Por lo tanto, quedó demostrado que ambos datos no tienen una distribución normal. Consecuentemente se procedió a efectuar el análisis de la media mediante el estadígrafo Wilcoxon. Para la confrontación de la hipótesis específica uno:

H_0 : La eficiencia después es igual a la eficiencia antes

H_1 : La eficiencia después difiere de la eficiencia antes

La regla de T-Wilcoxon determina lo siguiente:

$$H_0: \mu_{Epre} = \mu_{Epost}; H_a: \mu_{Epre} \neq \mu_{Epost}$$

En *el anexo N°4, Tabla 5*, se percibió que la media de la eficiencia promedio pre estímulo fue de (37632.97), pues es un valor mayor a la eficacia promedio después que fue de (26530.33), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 : La eficiencia después es igual a la eficiencia antes, aceptándose la hipótesis alterna H_a : la eficiencia después difiere en la

eficiencia antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos. Para afirmar lo evaluado se procedió al análisis de la significancia de los datos pre estímulo y post estímulo mediante la prueba de T-Wilcoxon, tomándose en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, se descarta la hipótesis nula; Si $p \text{ valor} > 0.05$, se admite la hipótesis nula.

En *el anexo N°4, Tabla 6*, se observa que la significancia de la eficiencia promedio, según la prueba de T-Wilcoxon antes y después tiene una sigma de (0,0001) y según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna siendo, la eficiencia después difiere significativamente de la eficiencia antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019.

Para el caso de la hipótesis específica dos: La eficacia promedio después diferirá significativamente de la eficiencia promedio antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019. Fue necesario determinar la normalidad de los datos utilizándose el estadígrafo Shapiro Wilk, teniendo en cuenta la regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, los datos no tienen una distribución normal; Si $p \text{ valor} > 0.05$, los datos tienen una distribución normal.

En *el anexo N°4 la Tabla 7 en*, se manifiesta que los datos pertenecientes al pre estímulo tuvieron una sigma de (0,001) y los datos de post estímulo tuvieron una sigma de (0,005). Por lo tanto, quedó demostrado que ambos datos no tienen una distribución normal. Consecuentemente se procedió a efectuar el análisis de la media mediante el estadígrafo Wilcoxon. Para la confrontación de hipótesis específica dos:

H_0 : La eficacia después es igual a la eficacia antes

H_1 : La eficacia después difiere en la eficacia antes

La regla de T-Wilcoxon determina lo siguiente:

$$H_0: \mu_{Epre} = \mu_{Epost}; H_a: \mu_{Epre} \neq \mu_{Epost}$$

En *el anexo N°4, Tabla 8*, se percibió que la media de la eficacia promedio pre estímulo fue de (28,33), pues es un valor menor a la eficacia promedio después que fue de (37,90), por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula H_0 : La eficacia después es igual a la eficiencia antes, aceptándose la hipótesis alterna H_a : la eficacia después difiere en la eficacia antes mediante

la aplicación de ingeniería de métodos. Para afirmar lo evaluado se procedió al análisis de la significancia de los datos pre estímulo y post estímulo mediante la prueba de T-Wilcoxon, tomándose en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, se descarta la hipótesis nula; Si $p \text{ valor} > 0.05$, se admite la hipótesis nula.

En *el anexo N°4, Tabla 9*, se observa que la significancia de la eficacia promedio según la prueba de T-Wilcoxon pre y post estímulo fue de (0,0001) y según la regla de decisión se descarta la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna siendo, la eficacia después difiere significativamente de la eficacia antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019.

Para los resultados del objetivo específico tres que se trata de determinar el costo beneficio de la aplicación de ingeniería de métodos en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019. Se analizó que la estandarización de todos los elementos que intervienen en el procedimiento de mantenimiento de extintores originó costos los cuales facilitó mejorar la ejecución de las actividades. Todos los costos que intervienen para ejecutar este procedimiento se resumen en *el anexo N°, Tabla 10*, se observa que en el periodo de post estímulo se manifestó una utilidad de 17,493.00 soles, un margen menor de ganancia a comparación de los datos económicos post estímulo pues su utilidad se manifestó con un valor de 23,399.45 soles. A la vez de demuestra de forma gráfica en el mismo *anexo N° 4, Figura 4*, pues se percibe que con la aplicación de ingeniería de métodos se pudo atender más equipos se puede decir que se acerca a la cantidad de equipos programados.

IV. DISCUSIÓN

Conforme a los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis nula, la cual establece que la aplicación de ingeniería de métodos no mejora la productividad en el mantenimiento de extintores PQS, puesto que los resultados manifestados para este objetivo demuestran que de la productividad pre estímulo tuvo un valor de (93%) y descendió con el post estímulo a (87%). Pues estos resultados no tienen relación con lo sostenido por el tesista Lobato (2017) quien señala que al efectuar un análisis del estudio inicial de la línea de confección de pantalones de vestir para dama de la empresa TEXTILES EDUAR, se obtuvo en el primer periodo una productividad de 53% al aplicar la ingeniería de métodos se incrementó en un 15% con la mejora, obteniendo como productividad actual del 68%.

Para el caso de los resultados de la dimensión recursos utilizados encontramos que la eficiencia tiene divergencia con la investigación del tesista Meza (2018) quién demostró que gracias a la implementación de ingeniería de métodos la eficiencia tuvo un incremento de 27.35% sobre el indicador de eficiencia diagnosticado, pues la media de su eficiencia antes es menor a la media de su eficiencia después. Sin embargo, los hallazgos encontrados en esta investigación demuestran que la eficiencia antes tenía un valor de 131% y después de la aplicación de ingeniería de métodos este valor se redujo a 92%, demostrando que la herramienta de solución no tuvo el efecto esperado.

En cuanto a la dimensión cumplimiento de objetivos, se determinó que la implementación de ingeniería de métodos mejora la eficacia en el mantenimiento de extintores PQS, demostrándose que tuvo un incremento de 8%, teniendo un valor post estímulo de 93% mientras que en el pre estímulo fue de 71%. Mediante su análisis inferencial se comprobó que la media de la eficacia antes era menor a la eficacia después. Coincidiendo estos resultados con la investigación del tesista Ciudad (2018), el estudio de trabajo (ingeniería de métodos) incrementó significativamente la eficacia a un 18%, determinándose que el estudio de trabajo si favorece al incremento de la eficacia.

Para el caso del costo beneficio, se logró determinar que la implementación de ingeniería de métodos incrementó la utilidad financiera con un valor de S/23,399.46, a comparación de su utilidad previa al estímulo S/17,493.00, coincidiendo con los resultados esperados de la investigación del tesista Lobato (2014) quien obtuvo una utilidad post estímulo de S/.100.826,00 Soles, mientras que su valor pre estímulo fue de S/.86.108,00.

V. CONCLUSIONES

Al obtener los resultados de la variable dependiente productividad, se puede determinar que la aplicación de ingeniería de métodos causó cambios significativos en los datos recolectados, sin embargo no se cumplió con el objetivo planteado, puesto que su valor posterior al estímulo se redujo a un 6% por debajo de su valor inicial 93%, sin embargo, después de aplicar el estímulo, se logró sincerar estos datos viéndose su provecho en el análisis de costo beneficio evaluado en el periodo del post test.

Se logró identificar las principales causas que impedían la mejora de la productividad en el mantenimiento de extintores PQS, pues el uso del diagrama Ishikawa y Pareto cumplieron un rol importante para la asignación de la herramienta de solución siendo la aplicación de ingeniería de métodos.

Al determinar los valores iniciales de la dimensión recursos utilizados se registra que la eficiencia antes y después de la aplicación de ingeniería de métodos en esta investigación, tuvieron cambios significantes pero no cumplió con el objetivo de mejorarla, puesto que su valor posterior al estímulo se redujo a un 29% por debajo de su valor inicial 131%, sin embargo por tratarse dato falso, se pudieron sincerar los valores de este indicador mediante el estímulo y se demostró su provecho en el análisis costo beneficio realizado en esta investigación.

Se determinó que para el caso de la dimensión cumplimiento de objetivos, la aplicación de ingeniería de métodos ocasionó cambios significantes en la eficacia antes y después en el mantenimiento de extintores PQS, además se cumplió con el objetivo de mejorarla, pues obtuvo un crecimiento de 22% sobre su valor inicial que fue de 71%, manifestándose este efecto en el análisis costo beneficio realizado en esta investigación.

Se logró estimar el costo - beneficio después de la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS, pues se obtuvo los primeros 30 días una utilidad de S/5,906.46 soles, sobre la utilidad pre estímulo que fue de S/17,493.00, demostrándose que los efectos del estímulo, tienen un manifiesto positivo en la utilidad financiera para la empresa Segind & Prev. E.I.R.L.

VI. RECOMENDACIONES

Para evaluar el incremento de la productividad es oportuno considerar que el tiempo de investigación sea mayor o igual a 5 meses, puesto que se podrá analizar los efectos de la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS, con mayor determinación.

Es fundamental desarrollar un diagnóstico minucioso al área que presenta síntomas de baja productividad, puesto que de él depende el control y la herramienta de solución adecuada para una correcta mejora.

Para la eficiencia es necesario informar a los colaboradores acerca de los beneficios que se obtienen al ejecutar un ritmo de trabajo adecuado dentro de los tiempos necesarios, puesto que de esto desprende una motivación económica y un mejor clima organizacional.

En el caso de la eficacia, se debe evaluar periódicamente los equipos extintores atendidos y no atendidos, para que se ejecuten las soluciones pertinentes y anticiparse a problemas que perjudiquen la estabilidad de la empresa.

Es importante el análisis del costo beneficio de un proyecto, puesto que permitirá conocer la rentabilidad del mismo y aprovechar la utilidad para inversiones de mejora tanto de la mano de obra como de maquinaria entre otros.

REFERENCIAS

ARGOTE, Francisco., VELASCO, Reinaldo. y PAZ, Paulo., Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de cuy (*Cavia porcellus*) empacada a vacío. Ingresar a la revista, vol. 5, no. 2, pp. 103–111. 2015. Disponible en: <http://bit.ly/34owzO3>

ARIAS, Jesús., VILLASÍS, Miguel. y NOVALES, María., El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México, vol. 63, no. 2, pp. 201–206. 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

BADII, M.H., CASTILLO, J. y CORTEZ, K., Papel de la estadística en la investigación científica. Innovaciones de Negocios, vol. 4, no. 7. 2017. Disponible en: <http://bit.ly/33kwPwo>

CADENA, Pedro., RENDÓN, Roberto., AGUILAR, Jorge., SALINAS, Eileen., CRUZ, Francisco, y SANGERMAN, Dora., Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. Revista mexicana de ciencias agrícolas, vol. 8, no. 7, pp. 1603–1617. 2017. Disponible en: <http://bit.ly/2OmOeQx>

CAMERON, Kim., Organizational effectiveness. Wiley Encyclopedia of Management, pp. 1–4. 2015 Disponible en: <http://bit.ly/34lKswp>

CASO, Alfredo., Técnicas de medición del trabajo. S.l.: FC Editorial. ISBN 978-84-96169-89-0. 2006. Disponible en: <http://bit.ly/33lShRt>

CHAMBERS, Jhon., Graphical Methods for Data Analysis: 0 [Métodos gráficos para el análisis de datos] [en línea]. S.l.: Chapman and Hall/CRC. ISBN 0-412-05271-7. 2017. Disponible en: <http://bit.ly/2QNdbq9>.

CIUDAD, Juan., Aplicación del Estudio del Trabajo para incrementar la productividad en el proceso de Enchape de la empresa PELLY S.A.C., VMT, 2018. [en línea], [Consulta: 9 noviembre 2019]. Disponible en: <http://bit.ly/2pRk9zd>.

DATEY, S. y KUTHE, S., Development of Recommendation System for Selecting a Proper Sampling Technique for Researchers in Management Based On Objectives of Research & Study Population [Desarrollo de un sistema de recomendación para seleccionar una técnica de muestreo adecuada para investigadores en gestión basada en objetivos de investigación y población de estudio]. International Journal of Electronics, Communication and Soft Computing Science & Engineering (IJECSCE); Amravati [en línea], pp. 351-356. [Consulta: 9 mayo 2019]. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/1712403286/abstract/D0FDF3151A2B44ADPQ/1>.

DE CARVALHO, Jessica., CORREIA, Ana María, SAMPAIO, Priscila., DE OLIVEIRA, Alexandre. y DA SILVA, Armstrong., study of times and movements in the service sector: an analysis in a beauty salon [Estudio CF tiempos y movimientos en el sector de servicios análisis en un salón de belleza]. Independent Journal of Management & Production, vol. 10, no. 2, pp. 574–595. 2019. Disponible en: <http://bit.ly/2QSB67G>

FARIA, Karen., DOS SANTOS, Ana., MENDONÇA, Layanne., REIS, Augusto. da C. y SALLES, Sergio., Influencing Factors Analysis to Determine Standard Time of Operators in a Gauge Calibration Process [Análisis de factores de influencia para detectar el tiempo estandar de los operadores en un proceso de calibración]. Independent Journal of Management & Production; Sao Paulo [en línea], vol. 9, no. 5, pp. 589-606. [Consulta: 18 septiembre 2019]. ISSN 2236269X. DOI <http://dx.doi.org/10.14807/ijmp.v9i5.811>. 2018 Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2126485476/abstract/216C68EEA6524195PQ/3>.

FAROOQA, Muhammad., NÓVOA, Henriqueta., ARAÚJO, António. y TAVARES, Sergio., An innovative approach for planning and execution of pre-experimental runs for Design of Experiments. European Research on Management and Business Economics; Madrid [en línea], vol. 22, no. 3, pp. 155-161. [Consulta: 8 mayo 2019]. ISSN 24448834. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.iedee.2014.12.003>. 2016 Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/1821089935/abstract/77D6F22B456A4361PQ/6>.

GAINTY, CCaitjan., Mr. Gilbreth's motion pictures—the evolution of medical efficiency {La evolucion de la eficacia mèdica del dr. Gilbreth's}. New England Journal of Medicine, vol. 374, no. 2, pp. 109–111. 2016. Disponible en: <http://bit.ly/35tFq1c>

GUARACA, Segundo., Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, de la fábrica de frenos automotrices EGAR SA. Master's Thesis. S.l.: Quito, 2015. Disponible en: <http://bit.ly/35y5Ajp>

GUSMON, Aldri. y HUTOMO, Arry., Time Study Analysis to Find Normal Time Workforce Scheduling ILO Standard Time: Case Study of Parking Pay Station Bandung Electronic Center [Análisis de estudio del estudio del tiempo normal Hora estandar de la OIT: Estudio de caso dele stacionamiento,estacion de pago Bandiumng]. Global Business and Management Research; Boca Raton [en línea], vol. 11, no. 1, pp. 1-8. [Consulta: 18 septiembre 2019]. 2019 Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2236131178/abstract/216C68EEA6524195PQ/2>.

HAVIZ, Muhammad. y MARIS, Ika., Teaching Quantitative Research Method with Three Methods of Learning {Método de enseñanza de investigación cuantitativa con tres métodos de aprendizaje}. Al-Ta'lim Journal; Padang [en línea], vol. 25, no. 3, pp. 234-247. [Consulta: 26 octubre 2019]. ISSN 14107546. DOI <http://dx.doi.org/10.15548/jt.v25i3.394>. 2018. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2211925814/abstract/8859429481FC43A1PQ/1>.

HEALE, Roberta. y TWYCROSS, Alison., Validity and reliability in quantitative studies [Validez y fiabilidad en estudios cuantitativos.]. Evidence-based nursing, vol. 18, no. 3, pp. 66–67. 2015. Disponible en: <http://bit.ly/37D4mVQ>

HOFMAN, André., MAS, Matilde., ARAVENA, Claudio. y GUEVARA, Juan. Crecimiento económico y productividad en Latinoamérica. El proyecto LA-KLEMS. El trimestre económico, vol. 84, no. 334, pp. 259–306. 2017. Disponible en: <http://bit.ly/33lttZS>

HU, Xiancun. y LIU, Chunlu., Total factor productivity measurement with carbon reduction [Medición de la productividad del factor total con reducción de carbono.]. Engineering, Construction and Architectural Management; Bradford [en línea], vol. 24, no. 4, pp. 575-592. [Consulta: 18 septiembre 2019]. ISSN 09699988. DOI <http://dx.doi.org/10.1108/ECAM-06-2015-0097>. 2017. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/1918791140/abstract/72CB24A316184131PQ/8>.

LILIA, Ana., Población y Muestra. Disponible en: <http://bit.ly/2XPjQ11>

LOBATO, Nataly., Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la línea de confección de pantalones de vestir para dama en la empresa textiles EDUAR – COMAS – 2017 [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 11 julio 2019]. Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/217591>.

LOZADA, José., Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, vol. 3, no. 1, pp. 47–50. 2014. Disponible en: <http://bit.ly/37DWvqV>

MEZA, Danila. Implementación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el área de tratamiento térmico en la empresa Aceros del Perú SAC, Lima 2017. Universidad César Vallejo [en línea], 2018 [Consulta: 8 noviembre 2019]. Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/540858>.

MOSCOSO, Luisa y DÍAZ Luz., Aspectos éticos en la investigación cualitativa con niños. Revista Latinoamericana de Bioética; Bogota [en línea], vol. 18, no. 1, pp. 51-67. [Consulta: 9 mayo 2019]. ISSN 16574702. DOI <http://dx.doi.org/10.18359/rubi.2955>. 2018. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2070760232/abstract/F42A9B3849694D0BPQ/4>.

MYKHAILENKO, D.H., Economic Efficiency: Definition, Analysis of Concepts {Eficiencia economica: Definicion, análisis de conceptos}. Problemy Ekonomiky; Kharkiv [en línea], no. 2, pp. 159-163. [Consulta: 18 septiembre 2019]. ISSN 22220712. 2018.. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2113235031/abstract/A9F2467B10DB43FFPQ/1>.

NEMUR, Lisa., Productividad: Consejos y Atajos de Productividad para personas ocupadas. S.l.: Babelcube Inc. 2016. Disponible en: <http://bit.ly/2KVumBU>

NUNES, Jéssica., CORREIA, Ana., SAMPAIO, Priscila., DE OLIVEIRA, Alexandre. y DA SILVA, Armistrong., Study of Times and Movements in the Service Sector: An Analysis in a Beauty Salon. Independent Journal of Management & Production; Sao Paulo [en línea], vol. 10, no. 2, pp. 574-595. 2019. [Consulta: 10 mayo 2019]. ISSN 2236269X. DOI <http://dx.doi.org/10.14807/ijmp.v10i2.842>. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2215485913/abstract/D8B19F047B84E9CPQ/1>.

OCAMPO, Olga., OVALLE, Alex., ARROYAVE, Alejandro., SALAZAR, Katherine., RAMÍREZ, Cesar. y OLIVEROS, Carlos., Nuevo método estándar para la recolección selectiva de café. Ingeniería, investigación y tecnología, vol. 18, no. 2, pp. 127–137. 2017. Disponible en: <http://bit.ly/2DnRhla>

OTZEN, Tamara. y MANTEROLA, Carlos., Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology, vol. 35, no. 1, pp. 227–232. 2017.. Disponible en: <http://bit.ly/2pXusC4>

PEINADO, José., Métodos, técnicas e instrumentos de la investigación criminológica. S.l.: Editorial Dikynson. ISBN 978-84-9031-848-5. 2015.. Disponible en: <http://bit.ly/34nUHjY>

PRIALÉ, Javier., Crece la demanda por servicios profesionales, científicos y técnicos. Gestion [en línea]. 2019. [Consulta: 20 mayo 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/crece-demanda-servicios-profesionales-cientificos-tecnicos-267412>.

PRIVITERA, Gregory., Research methods for the behavioral sciences [Métodos de investigación para las ciencias del comportamiento]. S.l.: Sage Publications. 2018. Disponible en: <http://bit.ly/2OMM2B6>

RAE, 2019. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario [en línea]. [Consulta: 15 septiembre 2019]. Disponible en: <https://dle.rae.es/>.

REYES, John., ALDAS, Darwin., MORALES, Luis. y GARCÍA, Mario., Evaluación de la capacidad para montaje en la industria manufacturera de calzado. Ingeniería Industrial, vol. 37, no. 1, pp. 14–23. 2016. Disponible en: <http://bit.ly/2OjNjAq>

ROJAS, M., JAIMES, L. y VALENCIA, M., Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. Revista Espacios, vol. 39, no. 06. 2018.. Disponible en: <http://bit.ly/34p06XR>

ROMMELSPACHER, K.O. y FOURIE, C.J., The Applicability of the Centeno, Chaudhary and Lopez Repair Time Standard Methodology in a Rail Maintenance Environment [La aplicabilidad de la metodología estandar de tiempo de reparacion de centeno, Chaudhary y Lopez en un entorno de manteneimeinto ferroviario]. South African Journal of Industrial Engineering; Bedfordview [en línea], vol. 26, no. 3, pp. 183-193. 2015. [Consulta: 18 septiembre 2019]. ISSN 1012277X. DOI <http://dx.doi.org/10.7166/26-3-1225>. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/1749281515/abstract/216C68EEA6524195PQ/1>.

SANNE, Raj., There's a method to this engineering thing [Hay un método para esto de la ingeniería. ISE, ingeniería industrial y de sistemas]. ISE; Industrial and Systems Engineering at Work; Norcross [en línea], vol. 50, no. 1, pp. 43-46. 2018. [Consulta: 11 mayo 2019]. ISSN 24719579. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2001312245/abstract/119840A30F414017PQ/1>.

SOOKDEO, B., An Efficiency Reporting System for Organisational Sustainability Based on Work Study Techniques [Un sistema de informes de eficiencia para la sostenibilidad

organizacional basado en técnicas de estudio de trabajo]. South African Journal of Industrial Engineering; Bedfordview [en línea], vol. 27, no. 4, pp. 227-236. 2016. [Consulta: 18 septiembre 2019]. ISSN 1012277X. DOI <http://dx.doi.org/10.7166/27-4-1552>. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/1849626757/abstract/216C68EEA6524195PQ/7>.

SUÁREZ, Ruth., RUBIANO, Andrea. y PADILLA, Natalia Análisis De Percepción Sobre Estrategias Administrativas Y El Impacto En La Productividad Laboral. Revista de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información; Bogota [en línea], vol. 4, no. 8. 2017. [Consulta: 18 septiembre 2019]. ISSN 23393270. DOI <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2017.v4.n8.a33>. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2147800480/abstract/F3D267D06F944A98PQ/8>.

JANE, Zubin., Qualitative research: data collection, analysis, and management [Investiagcion cualitativa: recopilacion, analisis y gestión de datos]. The Canadian journal of hospital pharmacy, vol. 68, no. 3, pp. 226. 2015. Disponible en: <http://bit.ly/2KXRnEt>

TIRADO, Adriana., MORALES, Mariana. y LOBATO, Odette., Additional Indicators to Promote Social Sustainability within Government Programs: Equity and Efficiency [Indicadores adicionales para promover la sostenibilidad social dentro de los programas gubernamentales: equidad y eficiencia de sostenibilidad]. Sustainability; Basel [en línea], vol. 7, no. 7, pp. 9251-9267. 2015. [Consulta: 18 septiembre 2019]. DOI <http://dx.doi.org/10.3390/su7079251>. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/1704369809/abstract/A9F2467B10DB43FFPQ/8>.

ULCO, Claudia., Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la Empresa Industrias ARTprint. Universidad César Vallejo [en línea], 2015. [Consulta: 8 mayo 2019]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/182>.

ZAPATA, Florencia. y RONDÁN, Vidal., La investigación-acción participativa. [en línea], 2016. Disponible en: <http://bit.ly/2Om8BgP>.

ZURITA, Jessie., MÁRQUEZ, Horacio., MIRANDA, Guadalupe. y VILLASÍS, Miguel., Estudios experimentales: diseños de investigación para la evaluación de intervenciones en la clínica. Revista Alergia México [en línea], 2018. vol. 65, no. 2, pp. 178–186. Disponible en: <http://bit.ly/2qPiFpD>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019							
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables – Dimensiones - Indicadores	Población - Muestra	Diseño	Técnicas – Instrumentos de recolección de datos	Método de análisis de datos
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general					
¿En cuánto mejora la productividad en el mantenimiento de extintores PQS aplicando ingeniería de métodos en el taller la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019?	Mejorar la productividad en el mantenimiento de extintores PQS aplicando ingeniería de métodos en el taller la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019?	La productividad después diferirá significativamente de la productividad antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019.	Variable independiente: Ingeniería de métodos. <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo estándar. - Tiempo normal. - Simplificación de trabajo. 	P: Total de extintores en mantenimiento en el periodo de 30 días en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. 2019 M: Total de extintores en mantenimiento en el periodo de 30 días en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. 2019	Preexperimental G: Grupo pre experimental O ₁ : Información antes del estímulo X: Estímulo O ₂ : Información después del estímulo <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> O₁ X O₂ </div>	Formato de edición de tiempos Cursograma analítico de proceso Técnica: Observación y Cronometraje	Hojas de cálculo de Microsoft Excel Software IBM SPSS
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables – Dimensiones - Indicadores			Técnicas – Instrumentos de recolección de datos	Método de análisis de datos
¿Cuál es la eficacia promedio en el mantenimiento de extintores PQS después de la aplicación de la ingeniería de métodos en la empresa Segind & Prev E.I.R.L Chiclayo 2019?	Determinar en cuanto aumenta la eficacia promedio en el mantenimiento de extintores PQS después de aplicar ingeniería de métodos en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L Chiclayo 2019.	La eficiencia promedio después diferirá significativamente de la eficiencia promedio antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019.	Variable dependiente: Mejora de la productividad Indicador: Eficacia			Formato de medición de eficacia y eficiencia Técnica: Observación	Hojas de cálculo de Microsoft Excel. Software IBM SPSS (Shapiro Wilk)
¿Cuál es la eficiencia promedio en el mantenimiento de extintores PQS después de la aplicación de la ingeniería de métodos en la empresa Segind & Prev E.I.R.L Chiclayo 2019?	Determinar en cuanto aumenta la eficiencia promedio en el mantenimiento de extintores PQS después de aplicar ingeniería de métodos en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L Chiclayo 2019.	La eficacia promedio después diferirá significativamente de la eficiencia promedio antes mediante la aplicación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019.	Indicador: Eficiencia				Hojas de cálculo de Microsoft Excel. Software IBM SPSS (Shapiro Wilk)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

2-A. Cursograma de análisis de proceso

		<table><tr><td rowspan="2">Método</td><td>Actual</td><td></td></tr><tr><td>Propuesto</td><td>x</td></tr></table>	Método	Actual		Propuesto	x	<table><tr><th colspan="5">Resumen</th></tr><tr><th colspan="2">Actividad</th><th>Estadística</th><th colspan="2">Tiempo</th><th></th></tr><tr><td>Operación</td><td></td><td>37</td><td colspan="2">465.55</td><td></td></tr><tr><td>Transporte</td><td></td><td>5</td><td colspan="2">58.48</td><td></td></tr><tr><td>Espera</td><td></td><td>1</td><td colspan="2">27.01</td><td></td></tr><tr><td>Inspección</td><td></td><td>9</td><td colspan="2">55.35</td><td></td></tr><tr><td>Almacenamiento</td><td></td><td>1</td><td colspan="2">28.30</td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td></td><td>53</td><td colspan="2">634.69</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">Distancia (m)</td><td>Total:</td><td>24</td><td>Nec:</td><td>20 Inmec: -</td></tr><tr><td colspan="2">Movimientos</td><td>Total:</td><td>196</td><td>Nec:</td><td>Inmec:</td></tr></table>					Resumen					Actividad		Estadística	Tiempo			Operación		37	465.55			Transporte		5	58.48			Espera		1	27.01			Inspección		9	55.35			Almacenamiento		1	28.30			Total		53	634.69			Distancia (m)		Total:	24	Nec:	20 Inmec: -	Movimientos		Total:	196	Nec:	Inmec:
Método	Actual																																																																						
	Propuesto	x																																																																					
Resumen																																																																							
Actividad		Estadística	Tiempo																																																																				
Operación		37	465.55																																																																				
Transporte		5	58.48																																																																				
Espera		1	27.01																																																																				
Inspección		9	55.35																																																																				
Almacenamiento		1	28.30																																																																				
Total		53	634.69																																																																				
Distancia (m)		Total:	24	Nec:	20 Inmec: -																																																																		
Movimientos		Total:	196	Nec:	Inmec:																																																																		
Tiempo total del ciclo proceso		634.69																																																																					
Tiempo del proceso que genera el valor		634.69																																																																					
Tiempo del proceso que NO genera el valor		-																																																																					

Nº	Descripción	Símbolos					Tiempo (s)	Distancia (m)	Movimientos	Observaciones
	Recepción de orden de mantenimiento						27.01	0	2	
	Inspección de equipo a trabajar						8.58	0	5	
	Lleva extintor a taller de operaciones						15.26	8	3	
	Despresurizado						85.01	0	3	
	Inspección de despresurizado total						5.36	0	3	
	Remueve completamente la válvula del extintor						11.14	0	8	
	Desarmaje de válvula						13.1	0	4	
	Inspección de piezas y anexos de válvula						19.1	0	7	
	Mantenimiento de oring , vástago, y tubo sifón						5.15	0	3	
	Desajustar el manómetro con llave						6.08	0	3	
	Termina de desenroscar el manómetro manualmente						16.1	0	5	
	Mantenimiento de manómetro						10.23	0	3	
	Limpia válvula con compresora						5.58	0	3	
	Lubricado de vástago						6.2	0	3	
	Ensambla válvula con oring y vástago lubricado						10.09	0	4	
	Ensamble del tubo sifón y manómetro a la válvula						5.01	0	3	
	Ajusta el manómetro con llave						27.2	0	4	
	Trasvasado de químico						11.45	0	4	
	Inspección interna del cilindro						5.58	0	4	
	Limpieza de boquilla de cilindro						10.09	0	3	
	Pesaje de químico						29.54	0	7	
	Inspección de químico						6.01	0	4	
	Retorno de químico al cilindro						15.32	0	4	
	Inspección del ensamble completo de válvula junto a una prueba de accionamiento						6.2	0	3	
	Ensamble completo de válvula al cilindro						10.09	0	4	
	Ensambla válvula con oring y vástago lubricado						5.01	0	3	
	Ensamble del tubo sifón y manómetro a la válvula						27.2	0	4	
	Ajusta el manómetro con llave						11.45	0	4	
	Trasvasado de químico						5.58	0	4	
	Inspección interna del cilindro						10.09	0	3	
	Limpieza de boquilla de cilindro						29.54	0	7	
	Pesaje de químico						6.01	0	4	
	Inspección de químico						15.32	0	4	
	Retorno de químico al cilindro						6.2	0	3	
	Inspección del ensamble completo de válvula junto a una prueba de accionamiento						10.09	0	3	
	Ensamble completo de válvula al cilindro						29.54	0	7	

Ajusta la válvula manualmente						6.19	0	3	
Inspección del ensamble de la válvula completa al cilindro						8.3	0	4	
Lleva el extintor a mesa de etiquetado						8.56	3	3	
Rocrea tinner a las etiquetas antiguas						12.24	0	5	
Retira las etiquetas antiguas						15.33	0	5	
Traslado a la mesa de presurización						6.45	2	3	
Coloca adaptador de manguera a la válvula de extintor						8.01	0	3	
Ajusta adaptador con llave						6.2	0	3	
Coloca manualmente manguera de presión del tanque de nitrógeno al extintor						10.4	0	3	
Inspección de los relojes de presión						6.2	0	3	
Presuriza el extintor						15.3	0	3	
Retira manualmente manguera de presión de tanque de nitrógeno						12.1	0	4	
Bloquea manija con pasador						5.45	0	3	
Desajusta adaptador con llave						7.25	0	3	
Termina de desenroscar manualmente el adaptador						6.01	0	5	
Coloca el sujetador de manguera del extintor						5.02	0	3	
Coloca manualmente la manguera sifon a la válvula del extintor						8.5	0	3	
Coloca la manguera al sujetador del extintor						7.15	0	3	
Traslado a la mesa de etiquetado para nuevos adhesivos						9.01	2	3	
Coloca cintillo de seguridad						8.2	0	5	
Adhiere la etiqueta uno						17.1	0	5	
Adhiere la segunda etiqueta						11.15	0	7	
Colocación de cartillas de inspección						8.23	0	4	
Inspección de etiquetas nuevas						9.45	0	5	
Traslado a almacén temporal						19.2	11	3	
Lotizado por cliente en almacén temporal						28.3	0	3	


Fuente: Elaboración propia

2-B. Formato medición del trabajo

MEDICIÓN DEL TRABAJO																																		
Analista: Helles Marilyn Castillo Baca		Empresa: SEGIND & PREY E.I.R.L.																																
Fecha:		Línea: Mantenimiento de extintores PQS																																
Estudio N°: 1		Operario																																
Tiempo de estudio: 8 hrs		TS. Actual: \$/H																																
Observación		TS. Calc.: \$/H																																
N°	Descripción de elementos	Tiempos Observados																														T.O	Val.	Tiemp. Normal
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
1	Recepción de orden de mantenimiento	67.32	67.50	67.71	67.79	67.34	67.66	67.75	67.50	67.59	67.38	67.44	67.44	67.43	67.50	67.33	67.57	67.46	67.40	67.31	67.54	67.93	67.45	67.85	67.34	67.54	67.59	67.52	67.38	68.04	68.04	67.55	0.75	50.67
2	Inspección de equipo a trabajar	3.33	10.04	10.07	10.14	10.03	3.62	10.00	3.33	10.07	10.14	10.04	10.15	3.82	10.00	10.19	10.10	10.00	10.20	3.30	10.11	10.04	3.37	3.85	3.30	3.33	3.30	3.76	3.86	10.36	10.36	10.01	0.75	7.51
3	Lleva extintor a taller de operaciones	16.36	17.25	17.04	16.36	16.76	17.45	16.89	17.21	16.86	16.37	17.11	17.37	16.89	17.21	16.36	17.10	17.07	17.13	16.30	17.04	16.75	16.83	17.04	16.79	16.61	16.33	16.33	16.72	16.46	16.46	16.36	0.75	12.72
4	Remueve manguera, seguro y precinto de seguridad	73.39	73.82	73.46	73.46	73.34	73.72	73.07	73.14	73.86	73.30	73.48	73.22	73.79	73.21	73.85	73.60	73.39	73.27	73.38	73.39	73.75	73.76	73.41	73.52	74.00	73.83	73.79	73.69	74.11	74.11	73.61	0.75	55.21
5	Despresurizado	87.54	86.36	86.79	87.00	86.63	86.66	87.36	86.89	86.33	86.30	87.04	87.22	87.18	87.43	87.11	87.23	87.04	87.37	86.37	87.43	86.68	87.07	86.52	86.86	86.89	87.10	86.52	87.10	86.18	86.18	86.36	0.75	65.22
6	Inspección de descargado total	11.82	11.68	11.61	11.32	11.52	11.07	11.43	11.36	11.76	11.21	11.37	11.52	11.50	11.43	12.30	11.20	11.89	11.60	11.48	11.46	11.29	11.21	11.70	11.66	11.21	11.45	11.45	11.79	11.36	11.36	11.54	0.75	8.66
7	Remueve completamente la válvula del	65.89	66.11	66.04	65.79	65.30	65.33	65.89	65.33	65.83	66.17	65.70	66.07	65.36	65.82	66.00	65.30	65.79	66.07	65.37	65.89	66.25	65.33	65.36	65.86	65.86	65.86	65.33	66.21	66.50	66.50	65.36	0.75	43.49
8	Desmontaje de válvula	61.64	60.33	61.43	61.82	61.41	61.62	61.00	61.57	61.83	61.21	61.56	61.41	61.75	61.86	61.63	61.60	61.82	61.77	61.83	61.18	61.71	61.86	61.26	62.00	61.71	62.00	61.37	61.30	61.64	61.64	61.62	0.75	46.21
9	Inspecciona y limpia válvula	28.07	27.68	27.89	28.07	27.86	28.03	27.89	27.83	27.86	28.00	28.07	27.89	27.96	28.11	28.04	28.03	27.82	27.87	27.83	28.21	28.07	28.03	27.70	28.00	27.79	27.97	27.72	28.10	23.00	23.00	28.02	0.75	21.01
10	Agita extintor ciclindro	18.43	18.39	18.11	17.93	18.21	18.10	18.07	17.93	17.69	18.34	18.26	18.04	18.04	17.89	18.07	17.97	18.07	17.97	18.03	18.07	17.96	18.31	17.81	17.76	18.04	17.83	18.24	18.10	17.50	17.50	18.02	0.75	13.52
11	Desajustar el manometro con llave	8.89	8.36	3.18	3.14	3.03	8.76	3.07	3.07	8.86	3.14	3.33	3.15	8.33	3.32	3.19	3.03	8.75	3.00	3.00	8.33	8.86	3.24	3.07	8.86	3.18	3.10	3.07	3.38	8.89	8.89	3.04	0.75	6.78
12	Termina de desenroscar el manometro manualmente	10.46	10.46	10.54	10.36	10.48	10.66	10.57	10.61	10.48	10.31	10.52	10.52	10.57	10.46	10.37	10.53	10.54	10.53	10.38	10.57	10.61	10.45	10.44	10.48	10.50	10.69	10.52	10.41	10.50	10.50	10.50	0.75	7.88
13	Retira tubo sifon de la válvula	8.68	8.29	8.46	8.46	8.41	8.34	8.61	8.50	8.62	8.52	8.41	8.59	8.46	8.50	8.56	8.60	8.54	8.57	8.66	8.54	8.50	8.66	8.44	8.41	8.57	8.45	8.52	8.48	8.00	8.00	8.48	0.75	6.36
14	Cepilla los hilos de la válvula	54.75	54.43	54.54	54.68	54.59	54.41	54.50	54.71	54.62	54.48	54.52	54.30	54.29	54.64	54.63	54.33	54.43	54.60	54.38	54.36	55.00	54.48	54.59	54.52	54.18	54.59	54.93	54.48	54.04	54.04	54.50	0.75	40.88
15	Limpia y quita el teflon del manometro	24.46	24.21	24.61	24.39	24.63	24.52	24.25	24.39	24.59	24.45	24.48	24.30	24.46	24.54	24.70	24.70	24.46	24.70	24.55	24.61	24.39	24.48	24.22	24.69	24.46	24.31	24.62	24.24	23.89	23.89	24.44	0.75	18.33
16	Envuelve teflon nuevo al manometro	13.36	20.11	13.83	20.11	20.00	20.07	20.04	20.11	20.24	13.33	20.04	13.81	13.61	13.86	13.36	20.20	20.11	20.13	13.86	20.04	20.14	13.30	13.81	20.03	20.00	20.00	13.79	13.37	20.50	20.50	20.02	0.75	15.02
17	Inspecciona y limpia oring y vastago	48.33	48.33	43.07	43.07	48.33	43.03	48.75	48.89	43.14	43.03	48.85	48.85	48.79	48.86	43.11	43.10	48.36	48.87	43.03	48.86	48.89	43.17	43.22	48.30	48.89	48.86	43.10	43.03	48.39	48.33	48.33	0.75	36.70
18	Lubricado de vastago	11.50	11.54	11.54	11.43	11.48	11.45	11.46	11.68	11.53	11.45	11.44	11.70	11.50	11.46	11.48	11.50	11.57	11.57	11.34	11.36	11.46	11.62	11.41	11.38	11.43	11.62	11.59	11.48	11.00	11.00	11.47	0.75	8.60
19	Limpia el exterior del extintor	21.89	22.07	21.71	22.04	22.17	21.76	22.07	22.68	22.31	22.21	22.30	22.37	22.14	22.39	21.70	22.23	21.93	21.83	22.00	21.96	22.29	21.90	22.22	21.97	22.00	21.76	22.00	21.76	21.46	21.46	22.02	0.75	16.51
20	Inspección interna del cilindro	25.82	26.00	25.93	25.79	26.10	25.86	26.04	25.86	25.72	26.34	25.85	26.00	25.57	26.11	25.89	26.07	25.89	26.13	26.07	25.89	25.86	25.93	26.00	26.00	25.89	25.93	25.83	25.97	26.39	26.39	25.97	0.75	13.48
21	Anexa el manometro a la válvula	15.00	15.04	15.07	15.18	14.30	15.10	14.36	14.75	14.33	14.83	15.19	15.00	14.86	15.04	14.78	14.80	15.11	15.03	15.14	14.89	15.00	14.66	15.22	14.83	15.21	15.07	15.14	14.97	14.00	14.00	14.92	0.75	11.19
22	Ajusta el manometro con llave	3.46	3.46	3.54	3.54	3.55	3.59	3.50	3.29	3.45	3.41	3.44	3.37	3.57	3.50	3.56	3.57	3.61	3.53	3.52	3.64	3.68	3.48	3.44	3.48	3.54	3.52	3.59	3.55	3.50	3.50	3.51	0.75	7.13
23	Ensambla válvula con oring y vastago	29.82	30.11	29.82	30.29	29.79	30.14	30.07	29.93	30.07	30.21	30.00	29.89	29.93	30.14	30.04	29.87	29.96	29.93	30.24	29.71	29.79	30.14	30.30	30.28	29.96	30.14	30.00	30.07	29.46	29.46	29.99	0.75	22.49
24	Ensamble del tubo sifón a la válvula	10.04	10.18	10.07	10.07	3.97	3.97	3.89	3.96	10.03	3.93	3.78	10.11	10.04	10.14	10.22	3.97	3.82	3.90	3.93	3.86	10.07	10.24	10.07	10.00	3.93	10.14	10.07	10.10	9.64	9.64	3.99	0.75	7.49
25	Inspeccion del ensamble del tubo, válvula, manometro junto a una prueba	13.04	13.04	13.18	18.89	13.03	18.33	13.18	13.14	13.00	18.66	18.89	13.19	13.11	18.36	13.33	18.30	13.25	18.73	13.10	18.75	13.04	18.33	13.15	13.17	13.11	18.79	13.10	13.07	18.61	18.61	13.00	0.75	14.25
26	Agita el extintor	12.11	12.21	12.04	11.82	12.10	12.17	12.07	11.82	12.14	11.86	12.15	11.89	12.11	12.00	11.93	11.93	12.11	12.27	11.76	11.89	11.96	11.93	11.89	11.76	11.86	12.34	11.90	12.31	12.54	12.54	12.05	0.75	3.04
27	Cepilla la boquilla del cilindro	39.86	39.82	40.04	40.39	39.76	40.03	39.93	39.86	40.17	40.24	40.00	39.93	39.89	39.86	39.78	40.13	39.89	39.90	40.17	40.00	39.96	40.00	40.26	39.93	39.96	40.14	40.07	40.03	40.68	40.68	40.05	0.75	30.03
28	Ensambla válvula al cilindro	40.79	40.68	40.64	40.36	40.21	40.45	40.57	40.61	40.48	40.48	40.44	40.37	40.61	40.18	40.30	40.43	40.46	40.47	40.62	40.64	41.11	40.55	40.59	40.72	39.82	40.24	40.72	40.17	40.79	40.79	40.53	0.75	30.40
29	Ajusta la válvula manualmente	7.43	7.39	7.39	7.79	7																												

2-C. Formato medición eficacia, eficiencia y productividad

MEDICIÓN DE EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD (ANTES)

Elaborado por: Hellen Marilyn Castillo Baca	
Fecha: Agosto -Setiembre	
Unidad de tiempo: Segundos	

Nº	Fecha	Result. Alcanzado (R.A)	Result. Programado (R.P)	Eficacia	Tiempo. Alcanzado (T.A)	Tiempo. Programado (T.P)	Eficiencia	Productividad
1	12/08/2019	28	40	70%	37186	28800	129%	90%
2	13/08/2019	28	40	70%	37115	28800	129%	90%
3	14/08/2019	28	40	70%	37215	28800	129%	90%
4	15/08/2019	28	40	70%	37217	28800	129%	90%
5	16/08/2019	29	40	73%	38498	28800	134%	97%
6	19/08/2019	29	40	73%	38476	28800	134%	97%
7	20/08/2019	28	40	70%	37170	28800	129%	90%
8	21/08/2019	28	40	70%	37148	28800	129%	90%
9	22/08/2019	29	40	73%	38549	28800	134%	97%
10	23/08/2019	29	40	73%	38559	28800	134%	97%
11	26/08/2019	27	40	68%	35857	28800	125%	84%
12	27/08/2019	27	40	68%	35877	28800	125%	84%
13	28/08/2019	28	40	70%	37142	28800	129%	90%
14	29/08/2019	28	40	70%	37204	28800	129%	90%
15	30/08/2019	27	40	68%	35914	28800	125%	84%
16	2/09/2019	30	40	75%	39878	28800	138%	104%
17	3/09/2019	28	40	70%	37250	28800	129%	91%
18	4/09/2019	30	40	75%	39911	28800	139%	104%
19	5/09/2019	29	40	73%	38530	28800	134%	97%
20	6/09/2019	28	40	70%	37153	28800	129%	90%
21	9/09/2019	28	40	70%	37227	28800	129%	90%
22	10/09/2019	29	40	73%	38535	28800	134%	97%
23	11/09/2019	27	40	68%	35871	28800	125%	84%
24	12/09/2019	29	40	73%	38460	28800	134%	97%
25	13/09/2019	28	40	70%	37133	28800	129%	90%
26	16/09/2019	29	40	73%	38492	28800	134%	97%
27	17/09/2019	29	40	73%	38593	28800	134%	97%
28	18/09/2019	29	40	73%	38543	28800	134%	97%
29	19/09/2019	28	40	70%	37143	28800	129%	90%
30	20/09/2019	28	40	70%	37143	28800	129%	90%
TOTALES		850	1200	71%	1128989	864000	131%	93%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Validación de instrumentos

3-A. Constancia de validación de instrumentos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Severin Augusto Falschmidt Cepeda con DNI N° 02644838 Magister
 en Ing. Ambiental y Seguridad Industrial
 N° 000-0002-8002-0962 de profesión Ing. Industrial
 desempeñándome actualmente como Docente de la UCV. - Tiempo parcial
 en Programa de Formación para Adultos (PFA)

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Cursograma de análisis de proceso (para el estudio de la variable independiente ingeniería de métodos en la dimensión estudio de movimientos para su indicador simplificación de trabajo.)
- Formato de estudio de tiempos (para el estudio de la variable independiente: Ingeniería de métodos en la dimensión tiempo para su indicador tiempo estándar y tiempo normal).
- Formato de medición de eficiencia, eficacia y productividad (para el estudio de la variable dependiente: productividad)

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato de estudio de tiempos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			/		
2. Objetividad			/		
3. Actualidad				/	
4. Organización			/		
5. Suficiencia			/		
6. Intencionalidad			/		
7. Consistencia				/	/
8. Coherencia				/	
9. Metodología				/	

Cursograma de análisis de proceso	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad					/
3. Actualidad				/	
4. Organización			/		
5. Suficiencia					/
6. Intencionalidad				/	
7. Consistencia					/
8. Coherencia				/	
9. Metodología				/	

Formato de medición de eficiencia, eficacia y productividad	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad					/
3. Actualidad				/	
4. Organización					/
5. Suficiencia				/	
6. Intencionalidad				/	
7. Consistencia				/	
8. Coherencia			/		
9. Metodología					/

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 28 días del mes de setiembre del Dos mil Diecinueve.

S. Fahsbender

Mgr. : *Severin Augusto Fahsbender Cepedier*
DNI : *02644838*
Especialidad : *Mg. Ing. Ambiental y Seguridad Industrial*
E-mail : *s.fahsben@hotmail.com*

3-B. Constancia de validación de instrumentos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Juan Diego Araujo Maldonado con DNI N° 47159854 Magister en
 N° ANR: de profesión Ingeniero Industrial
 desempeñándome actualmente como Jefe de Certificaciones
 en Planta Empacadora Tellmes Packers SAC

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Cursograma de análisis de proceso (para el estudio de la variable independiente ingeniería de métodos en la dimensión estudio de movimientos para su indicador simplificación de trabajo.)
- Formato de estudio de tiempos (para el estudio de la variable independiente: Ingeniería de métodos en la dimensión tiempo para su indicador tiempo estándar y tiempo normal).
- Formato de medición de eficiencia, eficacia y productividad (para el estudio de la variable dependiente: productividad)

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato de estudio de tiempos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

Cursograma de análisis de proceso	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

Formato de medición de eficiencia, eficacia y productividad	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 28 días del mes de setiembre del Dos mil Diecinueve.

Mgtr. :
DNI : 47159864
Especialidad : Ingeniero Industrial
E-mail : certificaciones@tallerespackers.pe


Diego Araujo Maldonado
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CP N° 218219

3-C. Constancia de validación de instrumentos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Oliver Cuyun Asfand con DNI N° 02845346 Magister en Informática
 N° ANR: _____, de profesión Ing. Industrial
 desempeñándome actualmente como Doc. Programa Formación Acad.
 en Universidad "César Vallejo"

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Formato de estudio de tiempos (para el estudio de la variable independiente: Ingeniería de métodos en la dimensión tiempo para su indicador tiempo estándar y tiempo normal).
- Cursograma analítico (para el estudio de la variable independiente ingeniería de métodos en la dimensión estudio de movimientos para su indicador simplificación de trabajo.)
- Formato de medición de eficiencia, eficacia y efectividad (para el estudio de la variable dependiente: productividad)

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.


Formato de estudio de tiempos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Simplificación de trabajo	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad				/	
3. Actualidad				/	
4. Organización				/	
5. Suficiencia				/	
6. Intencionalidad				/	
7. Consistencia				/	
8. Coherencia				/	
9. Metodología				/	


Formato de medición de eficiencia, eficacia y productividad	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad				/	
3. Actualidad				/	
4. Organización				/	
5. Suficiencia				/	
6. Intencionalidad				/	
7. Consistencia				/	
8. Coherencia				/	
9. Metodología				/	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 15 días del mes de Junio del Dos mil Diecinueve.

Mgtr. : *Ing. Oliver Ouyén Castañeda*
 DNI : *02845346*
 Especialidad : *Ing. Industrial*
 E-mail : *ouyena@hotmail.com*


Ing. Oliver Ouyén E.
CIP 56206

Anexo 4: Datos estadísticos
MEDICIÓN DE EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD
(DESPUÉS DE APLICACIÓN DE INGENIERÍA)

Elaborado por: Hellen Marilyn Castillo Baca	
Fecha: Octubre	
Unidad de tiempo: Segundos	

Nº	Fecha	Result. Alcanzado (R.A)	Result. Programado (R.P)	Eficacia	Tiempo. Alcanzado (T.A)	Tiempo. Programado (T.P)	Eficiencia	Productividad
1	23/09/2019	37	40	93%	25982	28800	90%	83%
2	24/09/2019	37	40	93%	26033	28800	90%	84%
3	25/09/2019	38	40	95%	26733	28800	93%	88%
4	26/09/2019	37	40	93%	25978	28800	90%	83%
5	27/09/2019	39	40	98%	27417	28800	95%	93%
6	30/09/2019	37	40	93%	26024	28800	90%	84%
7	1/10/2019	38	40	95%	26736	28800	93%	88%
8	2/10/2019	37	40	93%	26003	28800	90%	84%
9	3/10/2019	38	40	95%	26711	28800	93%	88%
10	4/10/2019	38	40	95%	26704	28800	93%	88%
11	7/10/2019	40	40	100%	26731	28800	93%	93%
12	8/10/2019	38	40	95%	26731	28800	93%	88%
13	9/10/2019	39	40	98%	27429	28800	95%	93%
14	10/10/2019	39	40	98%	27429	28800	95%	93%
15	11/10/2019	38	40	95%	26731	28800	93%	88%
16	14/10/2019	37	40	93%	26031	28800	90%	84%
17	15/10/2019	38	40	95%	26741	28800	93%	88%
18	16/10/2019	36	40	90%	25325	28800	88%	79%
19	17/10/2019	40	40	100%	25992	28800	90%	90%
20	18/10/2019	37	40	93%	26033	28800	90%	84%
21	21/10/2019	38	40	95%	26731	28800	93%	88%
22	22/10/2019	37	40	93%	26013	28800	90%	84%
23	23/10/2019	37	40	93%	26000	28800	90%	84%
24	24/10/2019	38	40	95%	26712	28800	93%	88%
25	25/10/2019	38	40	95%	26706	28800	93%	88%
26	28/10/2019	39	40	98%	27418	28800	95%	93%
27	29/10/2019	37	40	93%	26000	28800	90%	84%
28	30/10/2019	37	40	93%	26000	28800	90%	84%
29	31/10/2019	39	40	98%	27418	28800	95%	93%
30	4/11/2019	39	40	98%	27418	28800	95%	93%
TOTALES		1137	1200	95%	795910	864000	92%	87%

En las figuras a continuación se demuestra las variaciones que manifestaron los indicadores después de aplicar ingeniería de métodos.

Para la variable dependiente Productividad sus valores se manifestaron el siguiente comportamiento:

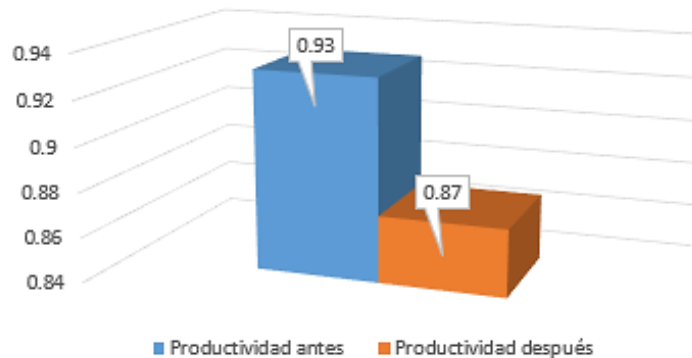


Figura 1: Comparativo de productividad antes y después

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la *Figura 1*, que la variable productividad previa al estímulo presentó un valor de 93% y consecuentemente post estímulo presentó un valor de 87%.

Para el indicador *eficiencia*, sus valores presentaron el siguiente comportamiento

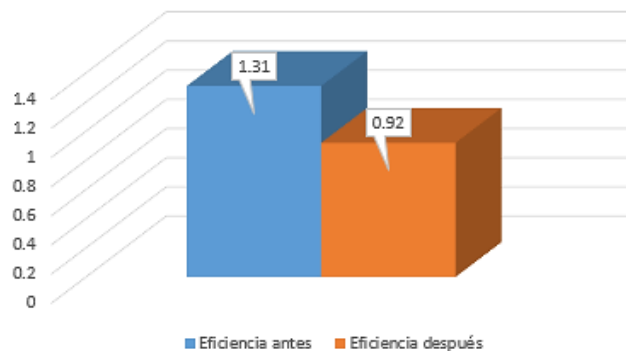


Figura 2: Comparativo de eficiencia pre y post estímulo

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la *Figura 2*, que la variable productividad previa al estímulo presentó un valor de 131% y consecuentemente post estímulo presentó un valor de 92%.

Y para el caso del indicador *eficacia*, sus valores se manifestaron de la siguiente manera según *Figura 3* a continuación:

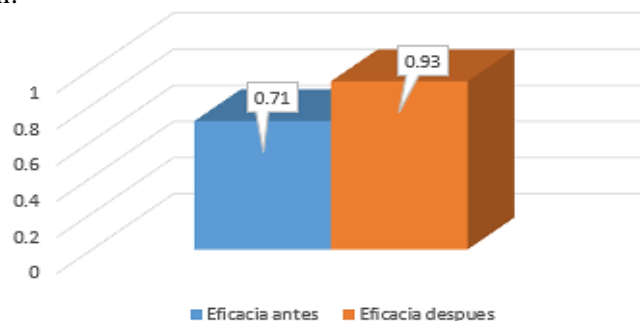


Figura 3: Comparativo de eficacia pre y post estímulo

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la *Figura 3*, que la variable productividad previa al estímulo presentó un valor de 93% y consecuentemente post estímulo presentó un valor de 87%.

Conforme el procedimiento estadístico el cual se debe aplicar a los datos recolectados, se empezó por conocer la normalidad de estos datos con el estadígrafo Shapiro Wilk, pues su teoría indica que se utiliza para evaluar menos de 30 datos y si estos datos presentan una significancia >0.05 , sus datos tienen un comportamiento paramétrico y se procede a la evaluación de hipótesis con el estadígrafo correspondiente, de presentar una significancia <0.05 , sus datos corresponden a un comportamiento no paramétrico y se procede a la evaluación de hipótesis con su estadígrafo que corresponde.

Tabla 1: Prueba de normalidad de la productividad pre y post estímulo

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	0,254	30	,000	0,875	30	0,002
Productividad después	0,226	30	,000	0,867	30	0,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Al presentar los datos de la productividad pre estímulo con una significancia de (0,002) y los datos de la productividad post estímulo con una significancia de (0,001) se puede decir que el comportamiento de los datos de la productividad es *no paramétrico*. Por lo tanto, se realizó la prueba de hipótesis utilizando correspondiente siendo T-WILCOXON.

Tabla 2: Análisis descriptivo de la productividad promedio pre y post estímulo prueba de T-Wilcoxon

Estadístico descriptivo		Productividad antes	Productividad después
N	Válido	30	30
Media		0,9263	0,8732
Desv. Desviación		,05275	,03951
Varianza		0,003	,002
Mínimo		,84	,79
Máximo		1,04	,93

Tabla 3: Análisis descriptivo de la productividad con la prueba de T-Wilcoxon

Productividad después - Productividad antes	
Z	-3,137 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

El mismo procedimiento estadístico se aplicó a los datos recolectados del indicador eficiencia, pues para conocer la normalidad de estos datos se utilizó estadígrafo Shapiro Wilk, pues su teoría indica que se utiliza para evaluar menos de 30 datos y si estos datos presentan una significancia >0.05 , sus datos tienen un comportamiento paramétrico y se procede a la evaluación de hipótesis con el estadígrafo correspondiente, de presentar una significancia <0.05 , sus datos corresponden a un comportamiento no paramétrico y se procede a la evaluación de hipótesis con su estadígrafo que corresponde.

Tabla 4: Prueba de normalidad de la eficiencia promedio pre y post estímulo

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	,239	30	,000	,886	30	0,004
Eficiencia después	,236	30	,000	,864	30	0,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Presentando los datos de la eficiencia pre estímulo una significancia de (0,004) y los datos de la productividad post estímulo con una significancia de (0,001) se puede decir que el comportamiento de los datos de la eficiencia es *no paramétrico*. Por lo tanto, se realizó la prueba de hipótesis utilizando correspondiente siendo T-WILCOXON.

Tabla 5: Análisis descriptivo de la eficacia promedio pre y post estímulo prueba de T-Wilcoxon

Estadístico descriptivo	Eficiencia antes	Eficiencia después
Válido	30	30
Media	37632,97	26530,33
Desv. Desviación	1073,738	584,836
Varianza	1152914,102	342032,989
Mínimo	35857	25325
Máximo	39911	27429

Tabla 6: Análisis descriptivo de la eficiencia promedio pre y post estímulo prueba de T-Wilcoxon:

	Eficiencia después - Eficiencia antes
Z	-4,782 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,0001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Para el caso de la *eficacia* se realizó mismo procedimiento estadístico a los datos recolectados del indicador eficacia, pues para conocer la normalidad de estos datos se utilizó estadígrafo Shapiro Wilk, pues su teoría indica que se utiliza para evaluar menos de 30 datos y si estos datos presentan una significancia >0.05 , sus datos tienen un comportamiento paramétrico y se procede a la evaluación de hipótesis con el estadígrafo correspondiente, de presentar una significancia <0.05 , sus datos corresponden a un comportamiento no paramétrico y se procede a la evaluación de hipótesis con su estadígrafo que corresponde.

Tabla 7: Prueba de normalidad de la eficacia promedio pre y post estímulo

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia antes	,261	30	,000	,866	30	0,001
Eficacia después	,217	30	,001	,890	30	0,005

a. Corrección de significación de Lilliefors

Al presentar los datos de la eficacia pre estímulo una significancia de (0,001) y los datos de la productividad post estímulo con una significancia de (0,005) se puede decir que el comportamiento de los datos de la eficacia es *no paramétrico*. Por lo tanto, se realizó la prueba de hipótesis utilizando correspondiente siendo T-WILCOXON.

Tabla 8: Análisis descriptivo de la eficacia promedio pre y post estímulo prueba de T-Wilcoxon

Estadístico descriptivo	Eficacia antes	Eficacia después
N	30	30
Media	28,33	37,90
Desv. Desviación	,802	,995
Varianza	,644	,990
Mínimo	27	36
Máximo	30	40

Tabla 9: Análisis de significancia de la eficacia promedio pre y post estímulo con T-Wilcoxon

	Eficacia después - Eficacia antes
Z	-4.812 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,0001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Por último, para el análisis del costo- beneficio se pudo determinar mediante la *Tabla 12*, que demuestra que el beneficio se obtendrá mediante la estandarización de tiempos en todos los elementos que intervienen en el procedimiento y reduciendo su tiempo normal de ejecución a 11.3 minutos en el mantenimiento de extintores PQS, deduciéndose que es un tiempo productivo para la atención de los extintores programados. Con la adquisición de estos materiales facilitará el desarrollo de las actividades en el mantenimiento de extintores PQS.

Tabla 10: Análisis costo - beneficio de implementación en el primer mes.

	Análisis económico			
Descripción	Setiembre	Cantidad	Octubre	Cantidad
Ingreso	S/51,000.00	850 extintores	S/68,220.00	1137 extintores
Egresos	S/33,507.00		S/44,820.54	
Utilidad	S/17,493.00		S/23,399.46	
Diferencia	S/ 5,906.46			

Fuente: Elaboración propia

Demostrándose a la vez de forma gráfica los valores obtenidos pre y post estimulo.

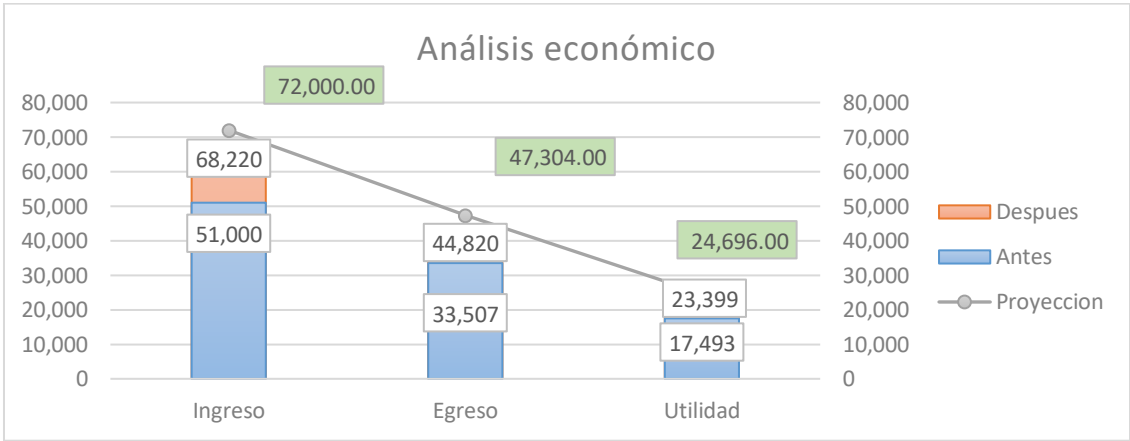


Figura 4: Análisis económico de la implementación de ingeniería de métodos

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4, Se observa la utilidad previa a la implementación de ingeniería de métodos (S/ 17,493.00), obteniendo una mejora significativa en el primer mes de aplicar de ingeniería de métodos (S/ 23,390.00).

	<p>PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS</p>	<p>Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019</p>
---	---	---

Anexo 5: Desarrollo de Ingeniería de Métodos

Aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Chiclayo 2019		PR.10
Edición: 1	Nº Páginas: 22	Fecha:
REALIZADO:	REVISADO:	APROBADO:

	<p>PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS</p>	<p>Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019</p>
---	---	---

Índice

1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	Pág. 49
2. APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS	Pág. 52
3. ESTUDIO DE MÉTODOS.....	Pág. 52
a. Seleccionar.....	Pág. 52
b. Registrar.....	Pág. 52
c. Examinar: Preguntas de inicio	Pág. 52
d. Idear: Preguntas de fondo	Pág. 53
e. Definir.....	Pág. 55
f. Implantar.....	Pág. 58
g. Controlar	Pág. 58
4. MEDICIÓN DE TRABAJO.....	Pág. 59
a. Registra.....	Pág. 59
b. Examina.....	Pág. 59
c. Medir	Pág. 59
d. Compilar	Pág. 59
e. Definir.....	Pág. 60
5. COSTO BENEFICIO	Pág. 61

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA:

Se utilizó diagrama Ishikawa para conocer las causas y subcausas que se manifiestan durante el mantenimiento de extintores en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L.

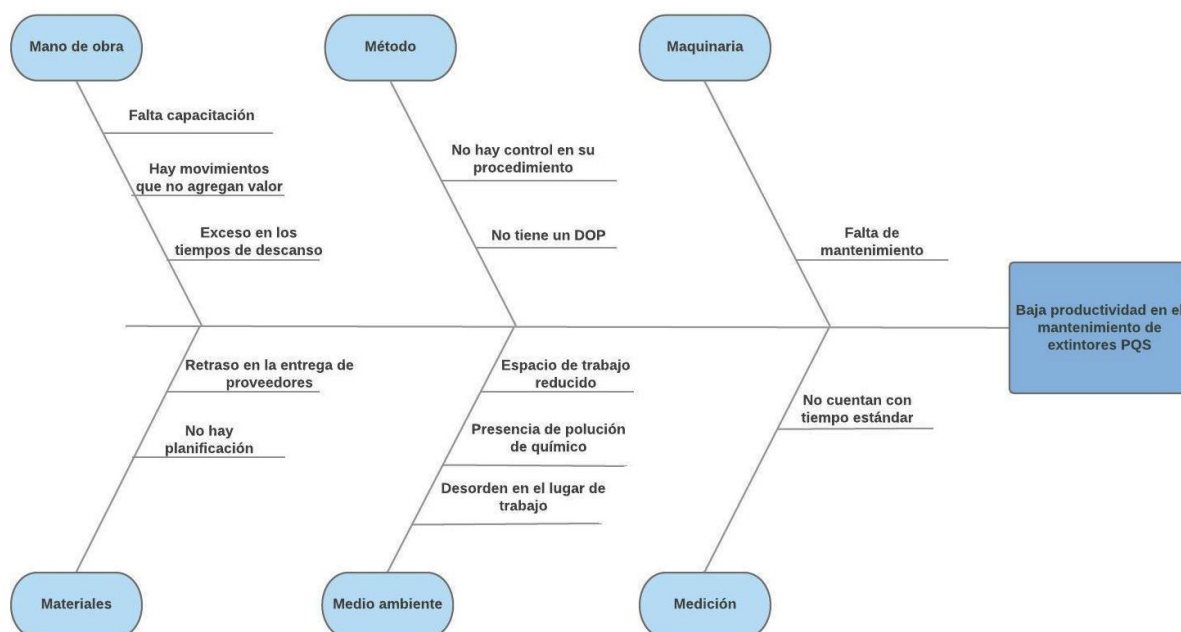


Figura 5: Diagrama Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Se diseñó una breve encuesta dirigida a los colaboradores que tienen más intervención en el procedimiento de extintores en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L.

Ítem	Causas	Nada			Rara vez			Ocasionalmente			Muchas			Todos los días		
		Supervisor	Técnico 1	Técnico 2	Supervisor	Técnico 1	Técnico 2	Supervisor	Técnico 1	Técnico 2	Supervisor	Técnico 1	Técnico 2	Supervisor	Técnico 1	Técnico 2
1	No cuentan con método de trabajo															
2	No cuentan con DOP															
3	No cuentan con estándar de tiempos															
4	No cuenta con control en su procedimiento															
5	Falta de capacitación															
6	Desorden en el lugar de trabajo															
7	Espacio de trabajo reducido															
8	Falta de planificación de materiales															
9	Demora en la entrega de los proveedores															
10	Falta de mantenimiento															
11	Presencia de contaminación de químico															
TOTAL																

Figura 6: Encuesta

Fuente: Elaboración propia

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

Se procesaron los datos recolectados en la encuesta y se procedió a realizar un análisis en la tabla de frecuencia para finalmente ejecutar el diagrama de Pareto e identificar las causas que requieren de solución urgente.

Tabla 11: Frecuencia de las causas en el taller de la empresa la Segind & Prev

Nº	Causas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
P9	No cuentan con estándar de tiempos	15	18%	18%
P7	No cuentan con método de trabajo	15	18%	36%
P8	No cuenta con control en su procedimiento	13	16%	52%
P4	Falta de capacitación	13	16%	67%
P10	Desorden en el lugar de trabajo	10	12%	80%
P6	Espacio de trabajo reducido	4	5%	84%
P2	Falta de planificación de materiales	4	5%	89%
P5	Demora en la entrega de los proveedores	3	4%	93%
P3	Falta de mantenimiento.	3	4%	96%
P1	Presencia de polución de químico.	3	4%	100%

Fuente: Elaboracion propia

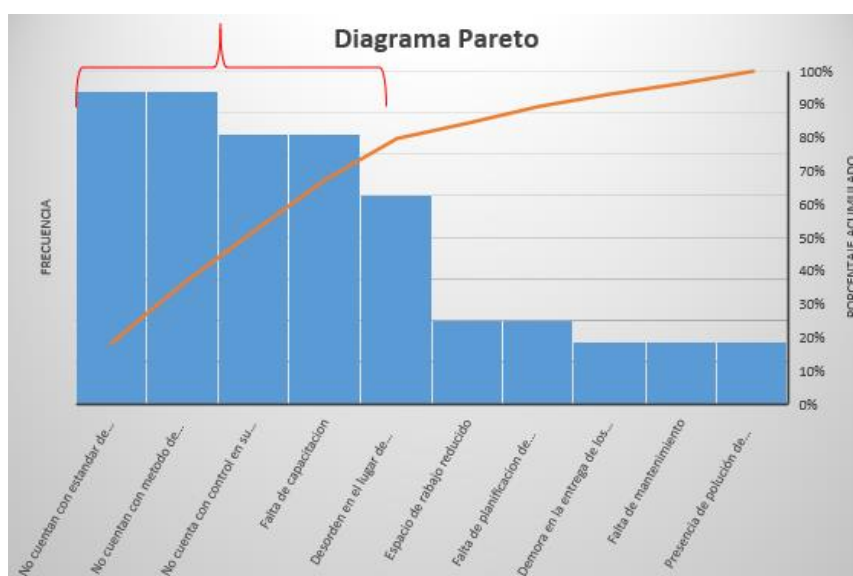


Figura 7: Diagrama Pareto

Fuente: Elaboración propia

Luego se registró toda la información que interviene en el procedimiento de mantenimiento de extintores PQS, diseñando un diagrama de operaciones de proceso, donde se identifica de manera general las actividades que intervienen en este procedimiento. *Ver DOP pág.51.*

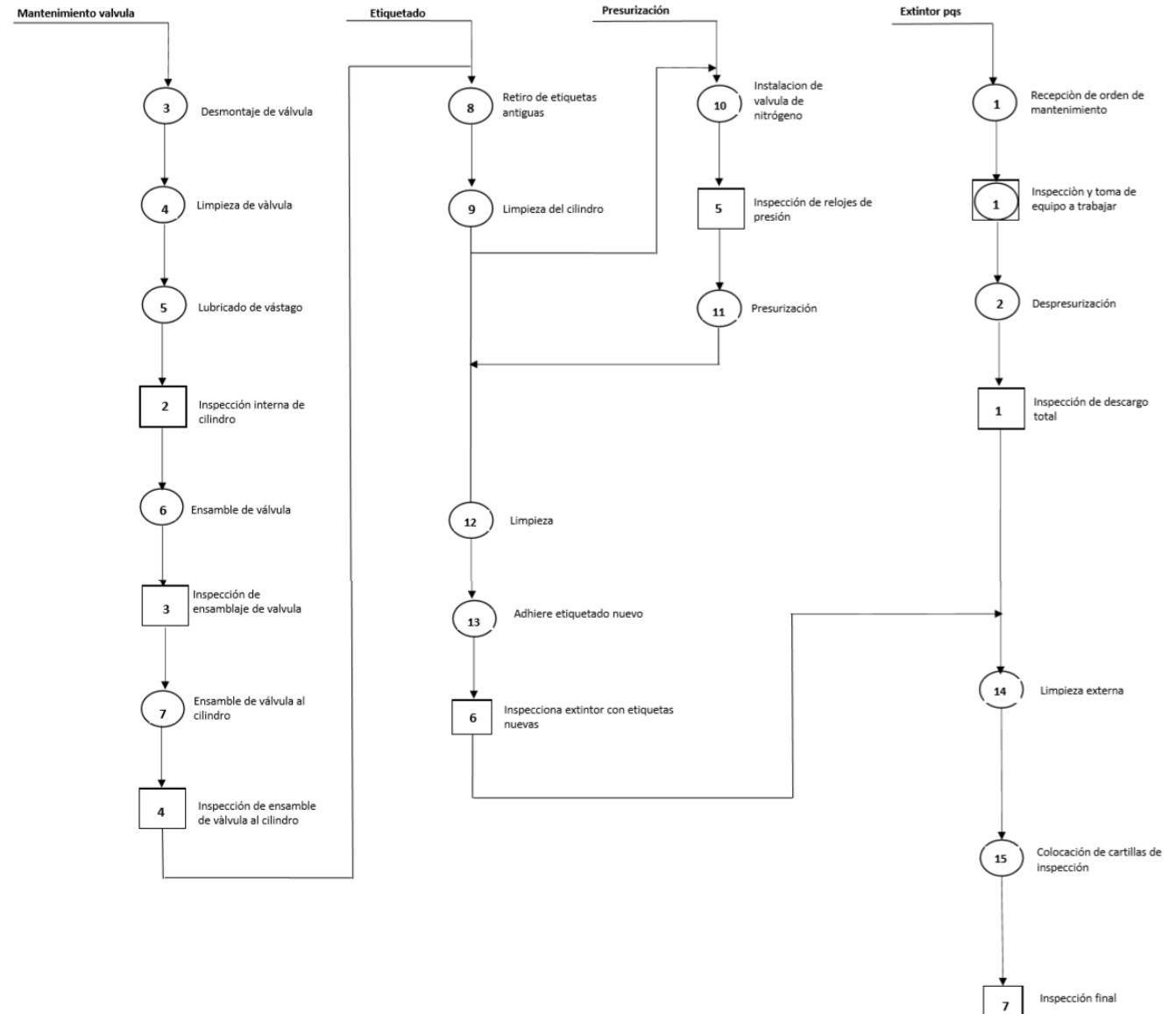


PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS

Código: PR.10
Edición: 1
Fecha: 03/12/2019

Diagrama de operaciones de proceso (Antes) DOP

RESUMEN		
Actividad	Cantidad	Total
Operación	○	15
Inspección	□	7
Mixta	◻	1



	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

Pues se observa gran concentración de inspecciones que pueden ser reducidas, a la vez se visualiza a movimientos que se atribuyen al extintor que no tienen un valor representativo, así como retornos que pueden simplificarse para que se ejecute un procedimiento lineal.

2. **APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS:** se procedió a ejecutar de manera sistemática la ingeniería de métodos, teniendo como inicio el estudio de métodos, desarrollándose a continuación:

3. **ESTUDIO DE MÉTODOS:** Se desarrollo de la siguiente manera:

a. Seleccionar: El procedimiento a estudio, es el mantenimiento de extintores PQS, durante 30 días y dentro de este estudio interviene la observación de trabajo de 2 operarios pertenecientes al taller de mantenimiento de extintores de la empresa Segind & Prev.

b. Registrar: Se procedió al registro de los movimientos ejecutados por el trabajador conforme lo desarrolla en toda su naturalidad, sin presión y sin excepciones mediante el diagrama de análisis de proceso en el cual se detalló el tiempo de ejecución, la distancia y los movimientos que intervienen en el procedimiento, se obtuvo un tiempo ciclo de 996.16” por extintor atendido y para conocer la distribución de la empresa Segind & Prev. *Ver DAP (antes) pág. 67 .al 68.*

c. Examinar: En esta etapa se dio respuesta a las preguntas preliminares, conforme se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 12: Preguntas preliminares

Según	Objeto	Preguntas preliminares: Examinar	Respuesta
El propósito de la actividad	Eliminar partes innecesarias del trabajo	¿Qué se hace?	Se recepciona los equipos aptos para mantenimiento.
		¿Por qué se hace?	De aquí parte el procedimiento de mantenimiento de extintores.
El lugar donde se ejecuta	Combinar o reordenar la secuencia o el orden operacional	¿Dónde lo hace?	Se ejecuta en el taller de operaciones de la misma empresa.
		¿Por qué lo hace en ese lugar?	Porque el ambiente tiene los espacios adecuados para realizar el procedimiento.
¿Cuándo se hace?		Se desarrolla de lunes a sábado de 8am a 1pm y de 4pm a 8pm	
¿Por qué se hace en ese momento?		Por qué es el aprovechamiento del día.	
La sucesión o el orden que ocupa dentro de la secuencia			

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

La persona que la realiza		¿Quién lo hace?	Dos colaboradores.
		¿Por qué lo hace esa persona?	Son los colaboradores que tienen amplia experiencia en mantenimiento de extintores.
Los medios utilizados	Simplificar el trabajo	¿Cómo se hace?	Se empieza por descarga de oxígeno, desarme de válvula, inspección interna de cilindro, retiro de etiquetas, presurización, etiquetado nuevo, limpieza, inspección final y almacenado.
		¿Por qué se hace de ese modo?	Por falta iniciativa para mejorar este procedimiento por parte de supervisión.

Fuente: Elaboración propia

Consecuentemente se elaboró un diagrama de recorrido, demostrando las rutas de desplazamiento de la actividad de estudio dentro de un área correspondiente a 26mts y representada con la simbología correspondiente. Conforme la *Figura 8*, a continuación.

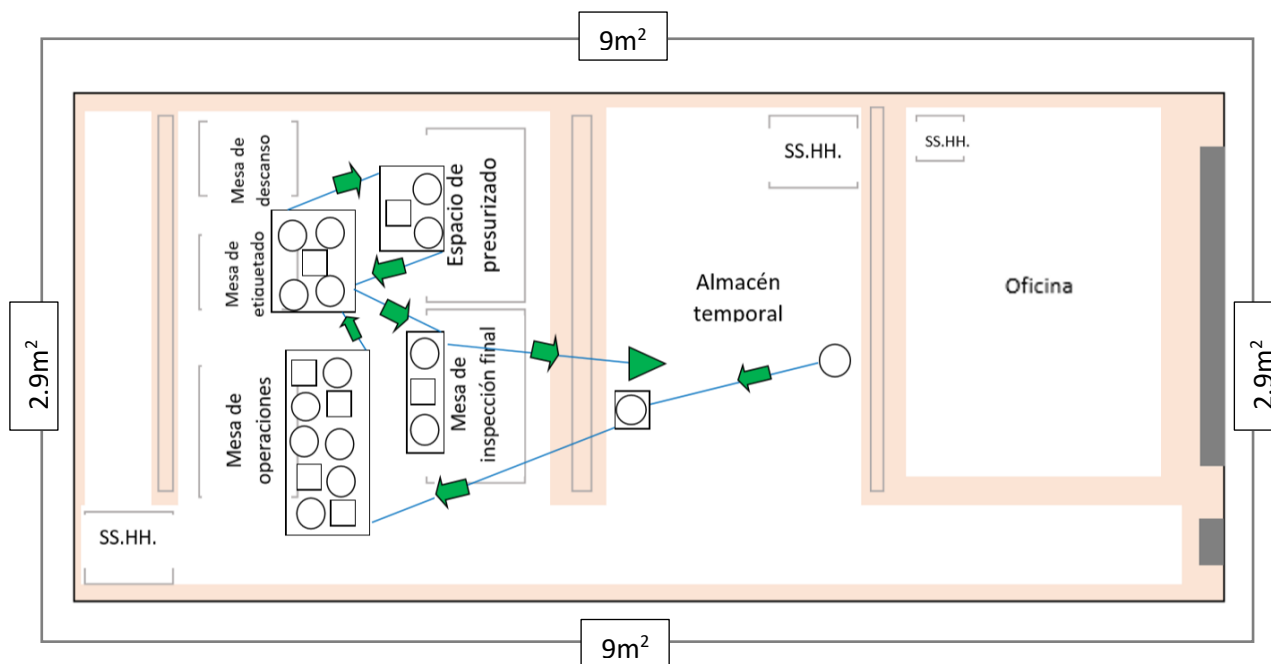


Figura 8: Diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia

d. Idear: Después de contestar las preguntas preliminares en la etapa de *examinar*, y analizar el cursograma analítico y el diagrama de recorrido, se respondieron las preguntas de fondo, donde se pudo reconocer que elementos pueden combinarse o descartarse para el aumento de la productividad de mano de obra. Demostrándose en la siguiente tabla.

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

Tabla 13: Preguntas de fondo

Según	Objeto	Preguntas de fondo: Idear	Respuesta
El propósito de la actividad	Eliminar partes innecesarias del trabajo	¿Qué se hace? ¿Qué podría hacerse?	El procedimiento desarrollado es necesario para cumplir con el mantenimiento de extintores.
		¿Por qué se hace? ¿Qué debería hacerse?	Mejorar el método para desarrollar el procedimiento de mantenimiento para atender más equipos.
El lugar donde se ejecuta	Combinar o reordenar la secuencia o el orden operacional	¿Dónde lo hace? ¿Dónde podría hacerse?	En el taller de operaciones de la misma empresa.
		¿Por qué lo hace en ese lugar? ¿Dónde debería hacerse?	Se debe realizar en el mismo taller de operaciones.
¿Cuándo se hace? ¿Cuándo podría hacerse?		En el mismo horario establecido.	
¿Por qué se hace en ese momento? ¿Cuándo debería hacerse?		En el mismo horario establecido.	
La persona que la realiza		¿Quién lo hace? ¿Quién podría hacerlo?	Los dos mismos colaboradores.
		¿Por qué lo hace esa persona? ¿Quién debería hacerlo?	Los dos mismos colaboradores.
Los medios utilizados	Simplificar el trabajo	¿Cómo se hace? ¿Cómo podría hacerse?	Se puede ejecutar el procedimiento de manera rápida, ordenada y asegurando la calidad que se ofrece.
		¿Por qué se hace de ese modo? ¿Cómo debería hacerse?	Se debe despresurizar, se desensambla la válvula dándole el mantenimiento necesario y tenerla lista para anexarla, retirar el químico y evaluar sus características, inspeccionar el interior del cilindro, según evaluación del químico retórnalo al cilindro, anexar válvula, retiro de etiquetas, presurizado, limpieza, etiquetado nuevo, limpieza, inspección final y lotizado.

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar de manera gráfica el cambio que obtuvo la dimensión Simplificación de trabajo, se detalla el resumen de los movimientos necesarios y no necesarios ejecutados en los elementos que interviene en la actividad general durante 4 semanas en el mantenimiento de extintores PQS, conforme se manifiesta en la siguiente figura.

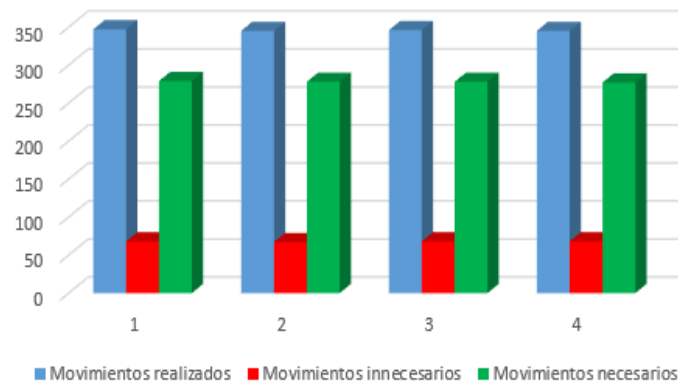


Figura 9: Simplificación de trabajo
Fuente: Elaboración propia

En la *Figura 9*, se observa la variación de los movimientos realizados previo al estímulo (representado por las barras celestes), así como la simplificación de los movimientos post estímulo (representado por las barras verdes) y los movimientos innecesarios reducidos (representado por las barras rojas) en el periodo de 30 días antes y después de la aplicación de ingeniería de métodos.

e. Definir: Se detalló la simplificación de trabajo dentro del procedimiento descartándose movimientos y traslados innecesarios, obteniéndose un tiempo normal de **634.69"**, siendo primordial registrar el nuevo método mediante el nuevo diagrama de operaciones de proceso. Véase *DOP* en *pág. 56*. Y registrándose también en un diagrama de análisis de proceso. Véase *DAP* en *pág. 57*.

El diagrama de flujo describe el proceso de mantenimiento de cilindros de gas, dividido en tres etapas principales: Mantenimiento válvula, Etiquetado y Presurización, y Extintor pqs.

Mantenimiento válvula:

- Desmontaje de válvula (Círculo 3)
- Inspección de piezas de válvula (Cuadrado 2)
- Mantenimiento de piezas (Círculo 4)
- Ensamble de válvula (Círculo 5)
- Inspección y limpieza interna del cilindro (Círculo 2 con borde doble)
- Trasvasado e inspección de químico (Cuadrado 3 con borde doble)
- Ensamblaje de válvula al cilindro (Círculo 6)
- Inspección de ensamble de válvula (Cuadrado 3)
- Ensamblaje e inspección de válvula al cilindro (Cuadrado 4 con borde doble)

Etiquetado:

- Retiro de etiquetas antiguas (Círculo 7)
- Limpieza (Círculo 10)
- Adhiere etiquetado nuevo y cartillas de inspección (Círculo 11)
- Inspección de etiquetas y cartillas nuevas (Cuadrado 5)

Presurización:

- Instalación a la válvula de nitrógeno (Círculo 8)
- Inspección de relojes de presión (Cuadrado 4)
- Presurización (Círculo 9)

Extintor pqs:

- Recepción de orden de mantenimiento (Círculo 1)
- Inspección de orden y toma de equipos a trabajar (Cuadrado 1 con borde doble)
- Despresurización (Círculo 2)
- Inspección de descargo total (Cuadrado 1)
- Limpieza externa (Círculo 12)
- Lotizado (Círculo 13)

Las flechas indican el flujo de trabajo entre estas etapas, mostrando la secuencia de actividades y las conexiones entre los diferentes tipos de componentes (círculos y cuadrados).

RESUMEN		
Actividad	Cantidad	Total
Operación		13
Inspección		5
Mixta		4

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
--	---	--

Diagrama de análisis de proceso después (DAP)

	<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Método</th> <th>Actual</th> <th></th> </tr> <tr> <th>Propues</th> <th>#</th> </tr> </table>	Método	Actual		Propues	#
Método	Actual					
	Propues	#				
Actividad	Mantenimiento de extintor pqs					
Lugar	Chiclayo					
Operario						
Elaborado por:	Hellen Castillo Baca					

Tiempo total del ciclo proceso	634.69
Tiempo del proceso que genera el valor	634.69
Tiempo del proceso que NO genera el valor	-

Resumen					
Actividad		Estadistica	Tiempo		
Operación		37	465.55		
Transporte		5	58.48		
Espera		1	27.01		
Inspección		9	55.35		
Almacenamiento		1	28.30		
Total		53	634.69		
Distancia (m)		Total:	28	Nec.:	28 Inne: -
Movimientos		Total:	196	Nec.:	Inne: -

N°	Descripción	Símbolos	Tiempo (s)	Distancia (m)	Movimientos	Observaciones
	Recepción de orden de mantenimiento		27.01	0	2	
	Inspección de equipo a trabajar		8.58	0	5	
	Lleva extintor a taller de operaciones		15.26	8	3	
	Remueve manguera, seguro y precinto de seguridad		15.2	0	4	
	Despresurizado		95.01	0	3	
	Inspección de despresurizado total		5.36	0	3	
	Remueve completamente la válvula del extintor		11.14	0	8	
	Desarmado de válvula		13.1	0	4	
	Inspección de piezas y anexos de válvula		19.1	0	7	
	Mantenimiento de oring, vástago, y tubo sifón			0		
	Desajustar el manómetro con llave		5.15	0	3	
	Termina de desenroscar el manómetro manualmente		6.08	0	3	
	Mantenimiento de manómetro		16.1	0	5	
	Limpia válvula con compresora		10.23	0	3	
	Lubricado de vástago		5.58	0	3	
	Ensambla válvula con oring y vástago lubricado		6.2	0	3	
	Ensamble del tubo sifón y manómetro a la válvula		10.09		4	
	Ajusta el manómetro con llave		5.01	0	3	
	Trasvasado de químico		27.2	0	4	
	Inspección interna del cilindro		11.45	0	4	
	Limpieza de boquilla de cilindro		5.58	0	4	
	Pesaje de químico			0	3	
	Inspección de químico		10.09	0	3	
	Retorno de químico al cilindro		29.54	0	7	
	Inspección del ensamble completo de válvula junto a una prueba de accionamiento		6.01	0	4	
	Ensamble completo de válvula al cilindro		15.32	0	4	
	Ajusta la válvula manualmente		6.19	0	3	
	Inspección del ensamble de la válvula completa al cilindro		8.3	0	4	
	Lleva el extintor a mesa de etiquetado		8.56	3	3	
	Rocosa tinner a las etiquetas antiguas		12.24	0	5	
	Retira las etiquetas antiguas		15.33	0	5	
	Traslado a la mesa de presurización		6.45	2	3	

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

Coloca adaptador de manguera a la válvula de extintor						8.01	0	3	
Ajusta adaptador con llave						6.2	0	3	
Coloca manualmente manguera de presión del tanque de nitrógeno al extintor						10.4	0	3	
Inspección de los relojes de presión						6.2	0	3	
Presuriza el extintor						15.3	0	3	
Retira manualmente manguera de presión de tanque de nitrógeno						12.1	0	4	
Bloquea manija con pasador						5.45	0	3	
Desajusta adaptador con llave						7.25	0	3	
Termina de desenroscar manualmente el adaptador						6.01	0	5	
Coloca el sujetador de manguera del extintor						5.02	0	3	
Coloca manualmente la manguera sifón a la válvula del extintor						8.5	0	3	
Coloca la manguera al sujetador del extintor						7.15	0	3	
Traslado a la mesa de etiquetado para nuevos adhesivos						9.01	2	3	
Coloca cintillo de seguridad						8.2	0	5	
Adhiere la etiqueta uno						17.1	0	5	
Adhiere la segunda etiqueta						11.15	0	7	
Colocación de cartillas de inspección						8.23	0	4	
Inspección de etiquetas nuevas						9.45	0	5	
Traslado a almacén temporal						19.2	11	3	
Lotizado por cliente en almacén temporal						28.3	0	3	

Fuente: Elaboración propia

f. Implantar: Se comunicó y explicó a los colaboradores administrativos, las modificaciones en el procedimiento de mantenimiento de extintores, demostrándose detalladamente los costos y beneficios que se obtienen al realizar un trabajo con método y tiempo estandarizado. Para luego manifestar la información pertinente a los colaboradores técnicos mediante una capacitación.

g. Controlar: Se evaluó el efecto obtenido en la eficacia después de la aplicación de estudio de métodos durante 30 días, mediante el registro de los equipos atendidos sobre los equipos programados para su atención. Donde se observó que hay una mejora significativa a comparación de la eficacia promedio antes y después del estímulo. Véase *pág. 62*.

	<p>PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS</p>	<p>Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019</p>
---	---	---

4. **MEDICIÓN DEL TRABAJO:** fue necesario identificar el tiempo normal y el tiempo estándar, para esto se ejecutó el siguiente procedimiento:

a. **Registrar:** Este paso es ejecutado junto con el paso idear y definir del estudio de métodos, el cual se registraron los datos que intervienen en el procedimiento de mantenimiento de extintores PQS, descomponiendo el procedimiento en elementos y separando los tiempos productivos del tiempo improductivo, determinándose que el tiempo normal utilizado fue de **634.69"**, a partir de este indicador se podrá establecer el tiempo estándar.

b. **Examinar:** Tras obtener los datos de la eficiencia se observó el tiempo normal utilizado previo al estímulo y el tiempo normal utilizado después del estímulo, con la finalidad de conocer los resultados de la mejora de métodos en el procedimiento de mantenimiento de extintores PQS. *Véase en pág. 63.*

c. **Medir:** mediante el instrumento de medición de tiempos se realizó las mediciones correspondiente, para esto fue necesario determinar el cálculo de observaciones utilizando el método tradicional, con la finalidad de manifestar el nivel de confianza admitido en el estudio tiempos, resultando de este método que el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza de 95% es de (1 lectura seis observaciones, Sin embargo se registró seis lecturas de las cuales 5 pertenecen a la muestra seleccionada y una lectura perteneciente al resultado del método tradicional de observaciones. *Véase procedimiento en pág. 64.*

d. **Compilar:** Se valoró el ritmo de trabajo de los operarios, utilizándose como referencia la escala de valoración de trabajo británica, asignándose un valor de 0.95, siendo la descripción a su desempeño un colaborador activo, capaz que logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión determinada. A la vez se establecieron los suplementos siendo una parte esencial de tiempo que se le agrega al tiempo básico, determinándose en suplementos por fatiga básica, necesidades básicas, contingencias, políticas de la empresa y suplementos especiales, todos ellos representando un valor de 14%.

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

e. **Definir:** En esta última etapa se determina el tiempo estándar de la operación de estudio y para hallarlo se determinó los tiempos normales de cada elemento, previamente operando el tiempo observado multiplicado por la valoración asignada (0.95), luego se sumó todos los tiempos normales de los elementos, multiplicándose por los suplementos asignados (14%), definiéndose en este procedimiento de mantenimiento de extintores PQS un tiempo estándar de 761” (12.69 minutos aprox). Véase pág. 65 y 66.

5. **COSTO BENEFICIO:** Toda implementación causará un efecto en las finanzas de una organización, por lo tanto, para esta investigación, se evaluó todos los valores económicos que intervinieron en la implementación de ingeniería de métodos en el mantenimiento de extintores PQS en el taller de la empresa Segind & Prev E.I.R.L. Detallándose de la siguiente manera:

Tabla 17: Costos materiales para taller

Recursos materiales	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Juego de llaves de 20 piezas Stanley	01	S/ 136.90	S/ 136.90
Redline Banco de Trabajo Multipropósito	02	S/ 79.90	S/ 159.80
Kit para Compresora 8 Piezas Bauker	01	S/ 169.90	S/ 169.90
Spray alcohol isopropílico 650ml	01	S/ 19.90	S/ 19.90
Trapo industrial	03	S/ 5.90	S/ 17.70
Mercagas MT25475 - Kit organizador taller pared	01	S/ 159.90	S/ 159.90
TOTAL			S/ 664.10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Costos de recurso humano para implementación

Recursos humanos	Costo total
1era reunión de información a todos los colaboradores	S/ 150.00
2da reunión de información de implementación personal administrativo	S/ 80.00
1era capacitación de mejora de método y tiempo estándar de proceso	S/ 210.00
TOTAL	S/ 440.00

Fuente: Elaboración propia

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

Tabla 19: Resumen de costos

Descripción	Costo total
Recursos materiales para taller	S/ 664.10
Recursos pago de mano de obra	S/ 3,120.00
Recursos humanos	S/ 440.00
TOTAL	S/ 4,224.10

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar la rentabilidad de la implementación se analizaron los datos VAN, TIR y el costo beneficio.

Inversión	S/ 4,224.10
Tasa	10%

FLUJO DE CAJA				
Mes	Inversión	Ingresos	Costos	Fcaja
0	S/ 4,224.10			
1		S/ 68,220	S/ 44,820.54	S/ 23,399
2		S/ 68,220	S/ 44,820.54	S/ 23,399
3		S/ 68,220	S/ 44,820.54	S/ 23,399
4		S/ 68,220	S/ 44,820.54	S/ 23,399
5		S/ 68,220	S/ 44,820.54	S/ 23,399

Fuente: Elaboración propia

VAN=	S/ 116,997.30	Se acepta
TIR =	S/ 84,478.26	Se acepta
B/C =	1.49	Es rentable

Según teoría del análisis costo-beneficio un proyecto será rentable cuando la relación costo-beneficio sea mayor que la unidad (ya que los beneficios serán mayores que los costos de inversión), y no será rentable cuando la relación costo-beneficio sea igual o menor que la unidad (ya que los beneficios serán iguales o menores que los costos de inversión):

Un B/C mayor que 1 significa que el proyecto es rentable.

Un B/C igual o menor que 1 significa que el proyecto no es rentable.



PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS

Código: PR.10
Edición: 1
Fecha: 03/12/2019

Comparativo de eficacia antes y después del estímulo

N°	EFICACIA (ANTES)			EFICACIA (DESPUÉS)		
	Result. Alcanzado (R.A)	Result. Programado (R.P)	Eficacia	Result. Alcanzado (R.A)	Result. Programado (R.P)	Eficacia
1	28	40	70%	37	40	93%
2	28	40	70%	37	40	93%
3	28	40	70%	38	40	95%
4	28	40	70%	37	40	93%
5	29	40	73%	39	40	98%
6	29	40	73%	37	40	93%
7	28	40	70%	38	40	95%
8	28	40	70%	37	40	93%
9	29	40	73%	38	40	95%
10	29	40	73%	38	40	95%
11	27	40	68%	40	40	100%
12	27	40	68%	38	40	95%
13	28	40	70%	39	40	98%
14	28	40	70%	39	40	98%
15	27	40	68%	38	40	95%
16	30	40	75%	37	40	93%
17	28	40	70%	38	40	95%
18	30	40	75%	36	40	90%
19	29	40	73%	40	40	100%
20	28	40	70%	37	40	93%
21	28	40	70%	38	40	95%
22	29	40	73%	37	40	93%
23	27	40	68%	37	40	93%
24	29	40	73%	38	40	95%
25	28	40	70%	38	40	95%
26	29	40	73%	39	40	98%
27	29	40	73%	37	40	93%
28	29	40	73%	37	40	93%
29	28	40	70%	39	40	98%
30	28	40	70%	39	40	98%

Fuente: Elaboración propia



PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS

Código: PR.10
Edición: 1
Fecha: 03/12/2019

Comparativo de eficiencia antes y después del estímulo

N°	EFICIENCIA (ANTES)			EFICIENCIA (DESPUÉS)		
	Tiempo. Alcanzado (T.A)	Tiempo. Programado (T.P)	Eficiencia	Tiempo. Alcanzado (T.A)	Tiempo. Programado (T.P)	Eficiencia
1	37186	28800	129%	25982	28800	90%
2	37115	28800	129%	26033	28800	90%
3	37215	28800	129%	26733	28800	93%
4	37217	28800	129%	25978	28800	90%
5	38498	28800	134%	27417	28800	95%
6	38476	28800	134%	26024	28800	90%
7	37170	28800	129%	26736	28800	93%
8	37148	28800	129%	26003	28800	90%
9	38549	28800	134%	26711	28800	93%
10	38559	28800	134%	26704	28800	93%
11	35857	28800	125%	26731	28800	93%
12	35877	28800	125%	26731	28800	93%
13	37142	28800	129%	27429	28800	95%
14	37204	28800	129%	27429	28800	95%
15	35914	28800	125%	26731	28800	93%
16	39878	28800	138%	26031	28800	90%
17	37250	28800	129%	26741	28800	93%
18	39911	28800	139%	25325	28800	88%
19	38530	28800	134%	25992	28800	90%
20	37153	28800	129%	26033	28800	90%
21	37227	28800	129%	26731	28800	93%
22	38535	28800	134%	26013	28800	90%
23	35871	28800	125%	26000	28800	90%
24	38460	28800	134%	26712	28800	93%
25	37133	28800	129%	26706	28800	93%
26	38492	28800	134%	27418	28800	95%
27	38593	28800	134%	26000	28800	90%
28	38543	28800	134%	26000	28800	90%
29	37143	28800	129%	27418	28800	95%
30	37143	28800	129%	27418	28800	95%

Fuente: Elaboración propia

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

Se utilizó el método tradicional para el cálculo de observaciones, según teoría se tomará una muestra de 5 lecturas si los ciclos son >2 minutos. Por lo tanto, los ciclos evaluados son de 668.01'' (11.3'aprox) según la siguiente tabla:

Tabla 14: Muestra de lecturas

Observaciones		
Nº	Tiempo X	
1	701	Min
2	704	Max
3	703	
4	702	
5	703	

Fuente: Elaboración propia

Luego se determinó los siguientes datos:

Tabla 15: Cálculo de valores

Rango	3	$X_{\text{máx.}} - X_{\text{min}}$
Media	140.72	$\frac{\sum x}{n}$
Cociente	0.02	$\frac{R}{X}$


Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: para cálculo del número de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Fuente: Elaboración propia

	PROCEDIMIENTO PARA APLICAR INGENIERÍA DE MÉTODOS	Código: PR.10 Edición: 1 Fecha: 03/12/2019
---	---	--

MEDICIÓN DEL TRABAJO										
Analista: Hellen Marilyn Castillo Baca				Empresa: Segind & Prev E.I.R.L.						
Fecha:				Línea: Mantenimiento de extintores PQS						
Estudio N° 1				Operario: Chamane Mori Fabián						
Hora inicio:				TS. Actual						
Hora fin:				TS. Calc.						
Observación:										
N°	Descripción de elementos	Tiempos Observados						T.O	Val.	Tiemp. Norml
		1	2	3	4	5	6			
1	Recepción de orden de mantenimiento	28.35	28.46	28.42	28.43	28.54	28.51	28.45	0.95	27.03
2	Inspección de equipo a trabajar	9.57	9.41	9.63	9.46	9.46	9.38	9.49	0.95	9.01
3	Lleva extintor a taller de operaciones	16.57	16.54	16.55	16.46	16.54	16.54	16.53	0.95	15.71
4	Remueve manguera, seguro y precinto de seguridad	16.43	16.41	16.47	16.46	16.54	16.51	16.47	0.95	15.65
5	Despresurizado	86.76	86.97	87.03	86.76	87.00	87.05	86.93	0.95	82.58
6	Inspección de descargado total	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	0.95	5.70
7	Remueve completamente la válvula del extintor	12.59	12.54	12.45	12.51	12.56	12.51	12.53	0.95	11.90
8	Desamblaje de válvula	13.46	13.32	13.50	13.62	13.54	13.54	13.50	0.95	12.82
9	Inspección de piezas y anexos de válvula	8.46	8.57	8.61	8.49	8.49	8.57	8.53	0.95	8.11
10	Mantenimiento de oring , vástago, y tubo sifón	11.19	10.95	10.97	10.95	10.95	10.95	10.99	0.95	10.44
11	Desajustar el manometro con llave	7.05	7.43	7.00	7.00	7.00	7.00	7.08	0.95	6.73
12	Termina de desenroscar el manometro manualmente	8.35	8.59	8.55	8.70	8.44	8.43	8.51	0.95	8.08
13	Mantenimiento de manómetro	15.41	15.49	15.37	15.54	15.44	15.54	15.47	0.95	14.69
14	Limpia válvula con compresora	11.62	11.43	11.47	11.46	11.49	11.43	11.48	0.95	10.91
15	Lubricado de vástago	6.46	6.54	6.47	6.35	6.56	6.49	6.48	0.95	6.15
16	Ensambla válvula con oring y vástago lubricado	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	0.95	6.65
17	Ensamble del tubo sifón y manómetro a la valvula	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	0.95	10.45
18	Ajusta el manómetro con llave	6.49	6.54	6.47	6.46	6.46	6.49	6.49	0.95	6.16
19	Trasvasado de químico	28.46	28.54	28.45	28.62	28.51	28.46	28.51	0.95	27.08
20	Inspección interna del cilindro	12.54	12.65	12.55	12.49	12.46	12.43	12.52	0.95	11.89
21	Limpieza de boquilla de cilindro	6.54	6.41	6.61	6.35	6.49	6.62	6.50	0.95	6.18
22	Pesaje de químico	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	0.95	6.65
23	Inspección de químico	10.35	10.57	10.53	10.49	10.51	10.43	10.48	0.95	9.96
24	Retorno de químico al cilindro	30.68	30.46	30.42	30.54	30.46	30.49	30.51	0.95	28.98
25	Inspección del ensamble completo de válvula junto a una prueba de accionamiento	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0.95	9.50
26	Ensamble completo de válvula al cilindro	16.65	16.38	16.53	16.43	16.49	16.46	16.49	0.95	15.67
27	Ajusta la válvula manualmente	7.54	7.54	7.58	7.62	7.49	7.62	7.57	0.95	7.19
28	Inspección del ensamble de la válvula completa al cilindro	7.41	7.38	7.50	7.68	7.54	7.62	7.52	0.95	7.15
29	Lleva el extintor a mesa de etiquetado	9.81	9.89	9.79	10.00	9.97	10.05	9.92	0.95	9.42
30	Rocea tinner a las etiquetas antiguas	13.49	13.46	13.63	13.41	13.44	13.57	13.50	0.95	12.83
31	Retira las etiquetas antiguas	16.43	16.51	16.45	16.51	16.67	16.49	16.51	0.95	15.68
32	Traslado a la mesa de presurización	7.46	7.65	7.53	7.49	7.51	7.30	7.49	0.95	7.12
33	Coloca adaptador de manguera a la válvula de extintor	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	0.95	8.55
34	Ajusta adaptador con llave	7.70	7.49	7.42	7.59	7.51	7.54	7.54	0.95	7.16
35	Coloca manualmente manguera de presión del tanque de nitrógeno al extintor	11.54	11.49	11.55	11.57	11.54	11.54	11.54	0.95	10.96

36	Inspección de los relojes de presión	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	0.95	6.65	
37	Presuriza el extintor	18.16	18.92	18.61	18.32	18.38	18.70	18.52	0.95	17.59	
38	Retira manualmente manguera de presión de tanque de nitrógeno	13.35	13.51	13.58	13.35	13.49	13.41	13.45	0.95	12.78	
		6.51	6.59	6.50	6.49	6.38	6.43	6.48	0.95	6.16	
39	Bloquea manija con pasador	6.51	6.59	6.50	6.49	6.38	6.43	6.48	0.95	6.16	
40	Desajusta adaptador con llave	8.54	8.38	8.50	8.49	8.33	8.62	8.48	0.95	8.05	
41	Termina de desenroscar manualmente el adaptador	7.43	7.51	7.58	7.35	7.49	7.51	7.48	0.95	7.10	
42	Coloca el sujetador de manguera del extintor	6.43	6.41	6.26	6.54	6.54	6.46	6.44	0.95	6.12	
43	Coloca manualmente la manguera sifón a la válvula del extintor	9.41	9.46	9.39	9.38	9.62	9.54	9.47	0.95	8.99	
		8.51	8.49	8.58	8.43	8.67	8.41	8.52	0.95	8.09	
44	Coloca la manguera al sujetador del extintor	8.51	8.49	8.58	8.43	8.67	8.41	8.52	0.95	8.09	
45	Traslado a la mesa de etiquetado para nuevos adhesivos	10.51	10.43	10.68	10.51	10.51	10.43	10.51	0.95	9.99	
		10.08	10.19	10.08	10.00	10.00	10.19	10.09	0.95	9.59	
46	Coloca cintillo de seguridad	10.08	10.19	10.08	10.00	10.00	10.19	10.09	0.95	9.59	
47	Adhiere la etiqueta uno	18.62	18.54	18.39	18.46	18.51	18.62	18.52	0.95	17.60	
48	Adhiere la segunda etiqueta	12.49	12.51	12.61	12.49	12.54	12.46	12.52	0.95	11.89	
49	Colocación de cartillas de inspección	9.43	9.46	9.71	9.41	9.56	9.49	9.51	0.95	9.03	
50	Inspección de etiquetas nuevas	10.49	10.41	10.47	10.43	10.51	10.49	10.47	0.95	9.94	
51	Traslado a almacén temporal	20.41	20.59	20.58	20.49	20.49	20.51	20.51	0.95	19.49	
52	Lotizado por cliente en almacén temporal	29.49	29.59	29.47	29.54	29.38	29.51	29.50	0.95	28.02	
T.O: Tiempo observado									0.95	667.81	Tiempo normal
T.N: Tiempo normal										761	Tiempo estándar
V: Valoración											
S: Suplementos											

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de análisis de proceso (DAP) ANTES

	<table><tr><th>Método</th><th>Actual</th><th>x</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>Propuesto</td><td></td></tr></table>	Método	Actual	x					Propuesto	
Método	Actual	x								
	Propuesto									
Actividad	Mantenimiento de extintor pqs									
Lugar	Chiclayo									
Operario										
Elaborado por:	Hellen Castillo Baca									
Tiempo total del ciclo proceso	996.16									
Tiempo del proceso que genera el valor	857.82									
Tiempo del proceso que NO genera el valor	138.34									

Resumen				
Actividad	Estadística	Tiempo		
Operación	54	746.37		
Transporte	6	55.54		
Espera	2	50.67		
Inspección	7	113.22		
Almacenamiento	1	30.37		
Total		996.16		
Distancia (m)	Total:	26	Nec.:	26 Inec.: -
Movimientos	Total:	345	Nec.:	278 Inec.: 67

N°	Símbolos					Tiempo (s)	Distancia (m)	Movimientos	Observaciones
	●	→	■	■	▼				
Recepción de orden de mantenimiento	●					50.67	0	3	
Inspección de equipo a trabajar	●		■			7.51	0	3	
Lleva extintor a taller de operaciones	●	→				12.72	8	4	
Remueve manguera, seguro y precinto de seguridad	●					55.21	0	6	
Despresurizado	●					65.22	0	3	
Inspección de descargado total	●			■		8.66	0	3	
Remueve completamente la válvula del extintor	●					49.49	0	12	
Desmontaje de válvula	●					46.21	0	5	
Limpia válvula	●					21.01	0	3	
Agita extintor cilindro	●					13.52	0	7	
Desajustar el manometro con llave	●					6.78	0	6	
Termina de desenroscar el manometro manualmente	●					7.88	0	7	
Retira tubo sifon de la valvula	●					6.36	0	6	
Cepilla los hilos de la valvula	●					40.88	0	23	
Limpia y quita el teflon del manometro	●					18.33	0	5	
Envuelve teflon nuevo al manometro	●					15.02	0	7	
Inspecciona y limpia oring y vastago	●			■		36.70	0	7	
Lubricado de vástago	●					8.60	0	4	
Limpia el exterior del extintor	●					16.51	0	8	
Inspección interna del cilindro	●			■		19.48	0	5	
Anexa el manometro a la valvula manualmente	●					11.19	0	7	
Ajusta el manometro con llave	●					7.13	0	5	
Ensambla válvula con oring y vastago lubricado	●					22.49	0	6	
Ensamble del tubo sifón a la valvula	●					7.49	0	8	
Inspeccion del ensamble del tubo, valvula, manometro junto a una prueba de	●			■		14.25	0	6	
Agita el extintor	●					3.04	0	8	
Cepilla la boquilla del cilindro	●					30.03	0	13	

Ensambla válvula al cilindro manualmente							30.40	0	6	
Ajusta la válvula manualmente							5.65	0	3	
Inspección del ensamble de la válvula completa al cilindro							13.52	0	5	
Lleva el extintor a mesa de etiquetado							7.56	3	3	
Humedece las etiquetas con el cepillo							16.44	0	3	
Retira las etiquetas antiguas							24.37	0	8	
Limpia externamente el extintor con la franela limpia							13.48	0	12	
Traslado a la mesa de presurización							7.46	2	3	
Coloca adaptador de manguera a la válvula de extintor							3.00	0	5	
Ajusta adaptador con llave							7.13	0	3	
Coloca manualmente manguera de presión del tanque de nitrógeno al extintor							19.47	0	3	
Inspección de los relojes de presión							8.25	0	5	
Presuriza el extintor							12.32	0	6	
Retira manualmente manguera de presión de tanque de nitrógeno							13.43	0	4	
Bloquea manija con pasador							5.62	0	4	
Desajusta adaptador con llave							6.02	0	4	
Termina de desenroscar manualmente el adaptador							12.82	0	3	
Coloca el sujetador de manguera del extintor							10.31	0	4	
Coloca manualmente la manguera sifon a la válvula del extintor							21.76	0	5	
Coloca la manguera al sujetador del extintor							8.22	0	2	
Traslado a la mesa de etiquetado para nuevos adhesivos							10.14	2	11	
Coloca cintillo de seguridad							14.22	0	5	
Adhiere la etiqueta uno							18.71	0	8	
Adhiere la segunda etiqueta							10.13	0	8	
Inspección de etiquetas nuevas							12.37	0	5	
Colocación de cartillas de inspección							14.30	0	5	
Traslado a almacén temporal							17.66	11	19	
Lotizado por cliente en almacén temporal							30.37	0	7	

Fuente: Elaboración propia